

Revista Pesquisa e Desenvolvimento da ANEEL

P&D

Nº 2, novembro de 2007 ● ISSN 1981-9803

Entrevista:
Máximo Pompermayer
Superintendente de Pesquisa
e Desenvolvimento e Eficiência Energética
da ANEEL

Tecnologia e ambiente

Conheça os projetos de P&D
desenvolvidos pelos agentes
do setor de energia elétrica



Editorial

No lançamento do primeiro número da Revista P&D da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), em agosto de 2006, divulgamos um panorama dos projetos apresentados pelas empresas de geração, transmissão e distribuição desde o primeiro ciclo de pesquisa e desenvolvimento iniciado em 1998. Ao mostrar os impactos dos programas, os investimentos aportados, e, principalmente os resultados, com os benefícios para a sociedade, foi lançado o principal desafio: ultrapassar a fase de protótipos em direção à produção industrial.

Em pouco mais de um ano, várias mudanças foram implementadas para trilhar o caminho que atingisse a meta de fechamento do ciclo de cada projeto, com a geração de patentes e o fortalecimento do parque tecnológico.

A Pesquisa de Resultados de P&D (PRPED) realizada no final de 2005 com os três segmentos constatou que os 1.424 projetos de pesquisa e desenvolvimento executados ao longo dos ciclos resultaram no registro de 129 patentes de produtos, cerca de 10%. Um avanço rumo ao reconhecimento do direito de propriedade.

O caminho da inovação também foi seguido pela ANEEL ao centralizar as ações de Pesquisa & Desenvolvimento e Eficiência Energética numa única superintendência. Criada em março de 2007, a nova área incorporou as atividades, antes distribuídas por áreas diversas. Com a missão de regulamentar e acompanhar a implementação dos programas, o setor elétrico ganha maior qualidade na gestão e eficácia nos resultados.

Em 2007 o percentual de recursos destinados aos programas de P&D sofreu nova alteração. No novo ciclo, iniciado em setembro, as distribuidoras deverão investir 0,20% da Receita Operacional Líquida em programas de P&D até 2010. O índice de 0,40% foi mantido para geradoras e transmissoras.

O essencial é que a inovação tecnológica se posicionou a serviço do desenvolvimento sustentável e permitiu o direcionamento dos projetos para outros temas, com o enfoque à otimização dos recursos materiais, humanos e, principalmente, naturais.

Nas próximas páginas, os projetos das concessionárias nas áreas de geração, transmissão e distribuição, além da visão de especialistas do setor elétrico sobre o momento atual de transformação da área de P&D e as perspectivas que se abrem com o aumento de projetos e de investimentos. Mas, acima de tudo, a certeza da divulgação e da transparência dos resultados da parceria dos agentes do setor com instituições em prol da pesquisa, da ciência e da tecnologia a serviço da sociedade, do interesse público.



Jornalista Responsável

Salete Cangussu

Edição e adaptação dos textos

Gabriela Leal

Matéria e entrevista

Patrícia Barbosa Pinto

Supervisão técnica

Aurélio Calheiros de Melo Junior

Máximo Luiz Pompermayer

Consultores Técnicos da ANEEL

Superintendência de Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética (SPE)

Aurélio Calheiros de Melo Junior

Carolina Araújo Lima

Celso Eduardo Hermisdorff

Clélia Fabiana Bueno Guedes

Fernando Campagnoli

Luciana Reginaldo Soares

Sheyla Maria das Neves Damasceno

Superintendência de Regulação dos Serviços de Transmissão (SRT)

André Meister

Superintendência de Regulação da Comercialização da Eletricidade (SRC)

Antonio Carlos Marques de Araújo

Superintendência de Fiscalização dos Serviços de Geração (SFG)

Breno de Souza França

Eduardo Osório de Cêrqueira

Superintendência de Regulação dos Serviços de Geração (SRG)

Gabriel de Jesus Azevedo Barja

Projeto gráfico e Diagramação

Marcio Guarany

Colaboradores - Artigos

Hermes J. Chipp

Laércio de Sequeira

Luiz Carlos Guimarães

Luiz Fernando Leone Vianna

Impressão

Total Editora LTDA

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA

SGAN 603 módulos I e J

Brasília DF - CEP 70830-030

CNPJ - 02.270.669/0001-29

Telefone Geral: 0 XX 61 2192 8600

Endereço eletrônico – www.aneel.gov.br

Dúvidas, sugestões e comentários

revistapd@aneel.gov.br

ISSN 1981-9803



Mensagem *da* Diretoria

Inovação é a palavra-chave para empresas empenhadas em melhorar a qualidade de seus produtos ou serviços e em aumentar a produtividade. Quando ocorre uma inovação, ganham os acionistas, no curto prazo, beneficiados pelo aumento de venda e diminuição do custo unitário. No médio prazo, a competição faz com que outras empresas desenvolvam produtos similares a custos também reduzidos, o que força os preços para baixo. Aí é a vez dos consumidores ganharem. Em ambiente competitivo, as empresas que não inovam, em geral, minguam. Em ambiente não-competitivo, como é o caso das distribuidoras de energia elétrica, a pressão por inovação é bem menor. Talvez por essa razão, o legislador estabeleceu que um percentual mínimo da receita líquida dessas empresas seja obrigatoriamente gasto em P&D. Para a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) foi delegada a responsabilidade regular e fiscalizar esse investimento, para que seja compensador, na ótica do consumidor e se traduza em benefícios para a sociedade.

Como dizia Thomas Edison, inovação é 1% inspiração e 99% transpiração. É compreensível que tanta “transpiração”, isto é, tanto trabalho árduo, tenha que ser acompanhado pela ANEEL, para assegurar que os recursos cobrados do consumidor sejam gastos efetivamente em legítimas atividades de P&D. Trata-se de controle do processo. Todavia, embora o controle do processo seja necessário, nitidamente não é suficiente. Para lograr a inovação, é preciso reconhecer e premiar as circunstâncias em que aquele 1% de inspiração se encontra presente. Para isso, a ANEEL está desenvolvendo uma nova métrica para avaliar os projetos de P&D. O pensamento central é que não basta examinar as notas fiscais dos gastos de um projeto de P&D para decidir se o caso é de sucesso ou fracasso. É preciso, mais que tudo, examinar os resultados. A nova métrica pretende diminuir a ênfase no controle do processo e, em contrapartida, aumentar o controle do resultado. Para as empresas concessionárias de energia elétrica isso significa, de um lado, maior liberdade de ação. Menos burocracia. De outro, maior compromisso com a verdadeira inovação.

O mapeamento dos processos da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), numa nova forma de gestão interna, indicou a necessidade de concentrar os programas de P&D e também de Eficiência Energética em uma única área. O resultado foi a criação, no ano de 2007, de uma superintendência com dedicação exclusiva a esses temas e com a missão de colocar em prática a política de foco nos resultados e não nos processos.

Com a criação da Revista P&D, em 2006, a Agência potencializou a divulgação dos projetos e inseriu maior transparência a todo o mecanismo dos programas das empresas dos segmentos de geração, transmissão e distribuição, que movimentaram mais de R\$ 1 bilhão nesse período.



ANEEL

AGÊNCIA NACIONAL DE
ENERGIA ELÉTRICA

Sumário

Capa

Investimentos em P&D: inovação tecnológica a serviço do desenvolvimento sustentável pág.8

Entrevista

Máximo Luiz Pompermayer: Superintendente de Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética da Aneel pág.10

Artigos

Investimentos da FINEP no âmbito do Fundo Setorial de Energia Elétrica - *Laércio de Sequeira* pág.12

P&D com inovação. O desafio das empresas na consolidação do ciclo - *Luiz Carlos Guimarães* pág.14

Os produtores independentes e o Programa de Pesquisa & Desenvolvimento - *Luiz Fernando Leone Vianna* pág.16

O desenvolvimento tecnológico energético na atividade estratégica do ONS - *Hermes J. Chipp* pág.18

Projeto Tractebel

Corredores Ecológicos pág.20

Projeto Tractebel

Sistema prevê demanda de energia pág.22

Projeto Celesc

Sistema permite localização remota de falta de energia pág.24

Projeto Celesc

Mago, coletor simultâneo de óleo para três transformadores pág.26

Projeto Light

Equipamento permite economia de R\$ 55 mil ao ano pág.28

Projeto Light

Novo espaçador para ambientes poluídos e alta temperatura pág.30

Projeto CTEEP

Blindagem Verde pág.32

Projeto Copel

Sistema permite aferir rentabilidade de gerador no Sistema Interligado pág.34

Projeto Caiuá

Software pode restringir extensão da interrupção do fornecimento pág.36

Projeto Ampla

Modelo reduzido de torre de transmissão é inédito no país pág.38

Projeto Light

Projeto cria nova proteção aos transformadores aéreos pág.40

Projeto Tractebel

Novas técnicas garantem funcionamento apropriado de transformadores pág.42

Projeto AES Eletropaulo

Harmonia entre meio ambiente e rede de distribuição pág.44

Projeto Furnas

Ferramenta aumenta segurança na análise de desligamento de linhas pág.46

Projeto Cemig

Transformador de 145kV revitalizado é inédito no mundo pág.48

Projeto Cemig

Sistema integra processo de segurança de barragens e usinas hidrelétricas pág.50

Projeto Ampla

Pesquisa detecta que imunidade de eletrodoméstico não segue padrão pág.52

Projeto Celpe

Empresa investe em campanha para reduzir riscos de acidentes pág.54

Projeto Celpe

Ação pioneira no setor elétrico valoriza portador de deficiência física pág.56

Projeto AES Eletropaulo

Subestações distribuídas geram economia de até 35% pág.58

Projeto AES Eletropaulo

Tecnologia avalia grau de envelhecimento sem desligar transformador pág.60

Projeto AES Eletropaulo

Empresa aprimora cálculo de consumo fraudado por clientes pág.62

Projeto Eletronorte

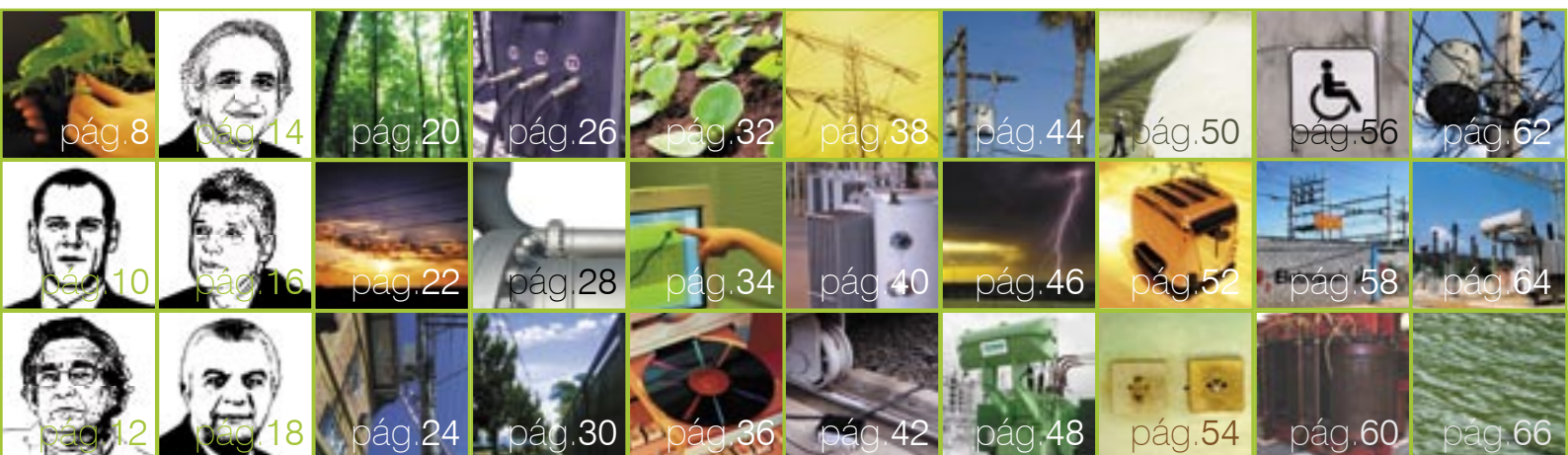
Ferramenta permite diagnóstico precoce de falhas em comutadores de derivação pág.64

Projeto Eletronorte

Protótipo de turbina hidrocinética leva eletricidade a comunidades isoladas pág.66

Fichas Técnicas

Fichas técnicas dos projetos de P&D pág.68



Investimentos em P&D:

inovação tecnológica a serviço do desenvolvimento sustentável

Nos projetos elaborados pelas empresas do setor elétrico as atividades de natureza criativa ou empreendedora contribuem para geração de novos conhecimentos com foco no aumento da eficiência e da qualidade dos serviços prestados, respeito ao meio ambiente e contribuição para a modicidade tarifária



O Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico (P&D) do Setor Elétrico foi regulamentado pela ANEEL em 1998 com o objetivo de incentivar a busca permanente por inovações e fazer frente aos desafios tecnológicos do setor e de mercados das empresas de energia elétrica, envolvendo o desenvolvimento de novos produtos e processos que possibilitem o aumento da eficiência e da qualidade dos serviços prestados.

De acordo com a Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000, e com os contratos de concessão, as empresas devem investir anualmente parte de sua receita operacional líquida em projetos de pesquisa e desenvolvimento voltados para o setor de energia elétrica. Atualmente, os percentuais para investimento em projetos regulados pela Agência variam entre 0,20% e 0,40% da receita operacional líquida das concessionárias, de acordo com seu segmento: geração, transmissão ou distribuição de energia. Veja no quadro ao lado a distribuição dos percentuais com as alterações inseridas pela Lei nº. 11.465, de 28 de março de 2007.

Cabe à ANEEL estabelecer as diretrizes para a elaboração de projetos de P&D por meio do Manual de Programa de Pesquisa e Desenvolvimento do Setor de Energia Elétrica. Em abril de 2006 foi publicada a Resolução Normativa nº 219, com alterações e aprimoramentos na regulamentação dos investimentos. A principal alteração inserida

está relacionada à obrigatoriedade do estudo de viabilidade econômica para todos os projetos apresentados para avaliação, além de orientações sobre aquisição e destino de equipamentos de apoio na sua execução.

Concessionárias por segmento	Lei 11.465/2007 (alterou incisos I e III do art. 1º da 9.991/2000)	
	Vigência: 28/03/2007 a 31/12/2010	A partir de 1º/01/2011
	P&D	
Distribuidoras	0,20%	0,30%
Geradoras	0,40%	0,40%
Transmissoras	0,40%	0,40%

Outro aperfeiçoamento é possibilidade de alocação de recursos na gestão do programa de P&D, dentro de critérios e limites estabelecidos, e a criação da modalidade de projetos denominada “cabeça-de-série”, para estimular o desenvolvimento de produtos na fase de protótipo.

As etapas dos projetos

Cada projeto deve estar contemplado dentro de um dos 11 temas ou áreas de investimentos estabelecidos no Manual e envolver atividades de natureza criativa ou empreendedora para geração de produtos e processos inovadores, além de novos conhecimentos. As duas áreas em que há maior incidência de projetos são: supervisão, controle e proteção de sistemas elétricos (15%) e meio ambiente (12%). Os temas eficiência energética, fontes renováveis ou alternativas de energia, qualidade e confiabilidade, e medição apresentam índices em torno de 5% dos projetos e investimentos realizados.

Atualmente, os programas são delimitados em ciclos e podem ser constituídos por um ou mais projetos. Cada ciclo anual é iniciado em setembro e finalizado em agosto do ano seguinte. Neste período as empresas enviam seus programas à Agência, do dever de observar as datas estabelecidas nos contratos de concessão e atos autorizativos ou aquelas determinadas pela ANEEL. Após a aprovação, inicia-se a execução dos projetos.

Previamente à apresentação de seus programas para avaliação da Agência, as empresas fazem chamadas de projetos para montagem de carteira. Isso contribui para a efetiva participação de institutos de pesquisa e universidades. Neste processo, as organizações elaboram propostas que atendam as demandas internas das empresas em determinado assunto. Isto tem possibilitado a capacitação de pesquisadores e melhoria das estruturas laboratoriais de alguns centros, além dos resultados previstos para a empresa.

Os investimentos realizados por concessionárias de geração, de transmissão e de distribuição de energia elétrica no ciclo 2005/2006 atingiram R\$ 260 milhões. No ciclo 2006/2007, iniciado em setembro de 2006, o valor total previsto deve chegar aos R\$ 300 milhões. Desde o início do primeiro ciclo, em 1998, foi aplicado R\$ 1,15 bilhão em 3.695 projetos de pesquisa e desenvolvimento.

RESULTADOS DE P&D: REGISTRO DE PATENTES

No final de 2005, a ANEEL realizou uma Pesquisa de Resultados de P&D (PRPED) com as empresas dos segmentos de geração, transmissão e distribuição. Os 1.424 projetos de pesquisa e desenvolvimento executados ao longo dos ciclos resultaram no registro de 129 patentes de produtos.

Evolução dos Investimentos em P&D

Ciclo	Programas	Projetos	Recursos (R\$)
1998/1999	13	63	12.899.198,00
1999/2000	43	164	29.744.579,18
2000/2001	67	439	113.304.660,35
2001/2002	72	535	156.226.300,86
2002/2003	101	672	198.801.240,00
2003/2004	81	602	186.974.737,70
2004/2005	94	597	190.226.099,35
2005/2006*	125	612	260.691.785,87
2006/2007*	6	11	2.605.908,23
TOTAL	—	3695	1.151.474.509,54

* Avaliação do ciclo não finalizada
Fonte: ANEEL – SPE

Mudanças na gestão dos projetos de P&D

Em janeiro deste ano, foi publicada a Resolução Normativa nº 249 que alterou a estrutura organizacional da ANEEL e criou a Superintendência de Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética (SPE), sob coordenação do matemático, pesquisador e consultor Máximo Luiz Pompermayer.

A criação de uma unidade organizacional com a atribuição específica de regulamentar e acompanhar a implementação dos programas de Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética contribui para a maior qualidade na gestão e eficácia nos resultados desses programas.

A SPE está elaborando uma nova regulamentação para os investimentos em P&D e Eficiência Energética, cujo foco será na avaliação de resultados e não mais na de propostas de novos projetos, como é atualmente. As novas regras valerão a partir do próximo ciclo e deverão ser publicadas até o final deste ano.

ENTREVISTA

Foco em resultados e redução da “burocracia” na gestão dos programas de pesquisa de desenvolvimento são desafios do superintendente Máximo Luiz Pompermayer. Desde março de 2007, o matemático está à frente da recém criada superintendência de P&D e Eficiência Energética, que incorporou atividades distribuídas em diversas áreas da ANEEL.

Na entrevista, Máximo explica as diretrizes a serem adotadas e os principais desafios e mudanças que vão contribuir para o fortalecimento dos programas de P&D no Setor Elétrico brasileiro.

■ **P&D:** Qual a estrutura da área de P&D na ANEEL e como funciona?

■ **MP:** Em janeiro deste ano, foi criada a Superintendência de Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética (SPE) com o objetivo de dar maior qualidade na gestão e eficácia nos resultados dos programas de P&D. Em termos de pessoal, a SPE conta com seis especialistas em regulação, dois analistas, três técnicos administrativos, três servidores comissionados, dois estagiários e um terceirizado. A ANEEL está fazendo um trabalho de mapeamento de competências e necessidades em todas as suas unidades organizacionais, o que irá subsidiar a contratação e alocação de novos servidores. Em virtude do quadro reduzido de pessoal técnico, a SPE conta com a colaboração de várias áreas da Agência, notadamente na avaliação dos projetos de P&D. Para auxiliar nesse trabalho e assegurar a qualidade das avaliações, está prevista a criação de uma Comissão de Alto Nível, composta de profissionais de notório saber na área de energia elétrica. Prevê-se, ainda, a participação de consultores *ad hoc* na avaliação dos projetos.

■ **P&D:** Quais medidas foram tomadas e que resultados foram alcançados após a criação da nova área?

■ **MP:** Quando a SPE foi criada, havia um grande volume de projetos de P&D para avaliação, muitos dos quais aguardavam parecer há vários meses. Um dos objetivos era agilizar esse trabalho e reduzir os prazos de avaliação, o que deverá ser normalizado até o final deste ano. Outro desafio é a criação de uma nova metodologia de avaliação de projetos, cujo foco será a avaliação de resultados e não de propostas de novos projetos e controle de procedimentos burocráticos. Ao contrário do que ocorre atualmente, a razoabilidade dos investimentos realizados será avaliada, principalmente, pelos resultados alcançados e não pelos preços praticados e pela qualidade da proposta apresentada. Prevê-se, ainda, a extinção dos pra-



Máximo Luiz Pompermayer

zos para apresentação dos programas e maior flexibilidade na execução física e financeira dos projetos, transformando os ciclos anuais em fluxo contínuo. Além disso, está sendo feito, com auxílio de consultoria especializada, um trabalho de prospecção tecnológica para definição de temas prioritários e tópicos de maior relevância para o setor elétrico. Tudo isso dará mais autonomia e responsabilidade aos agentes e proporcionará condições mais favoráveis para a execução de projetos com maior qualidade e aderência aos desafios tecnológicos e de mercado do Setor Elétrico brasileiro.

■ **P&D:** Como as empresas têm reagido a essas alterações?

■ **MP:** A mudança de foco, com ênfase na avaliação de resultados, tem sido muito bem vista pelos agentes. A extinção dos ciclos anuais, a flexibilidade nos prazos e maior autonomia na exe-

cução dos projetos também são itens de grande consenso entre a ANEEL e as empresas. A preocupação dos agentes é o risco de reprovação de um projeto após sua conclusão, o que dificilmente ocorre atualmente. Para minimizar esse risco, estamos prevendo uma avaliação simplificada antes do início do projeto e outra durante sua execução. A avaliação inicial vai verificar o caráter inovador do projeto, a importância e aplicabilidade dos resultados esperados e a razoabilidade dos investimentos previstos. Será uma avaliação rápida e simplificada, olhando apenas os três itens mencionados. Não será, contudo, superficial ou menos criteriosa; a diferença está na forma, não no rigor. A avaliação durante a execução do projeto deverá ser facultativa, e tem por finalidade corrigir eventuais desvios em relação ao proposto ou esperado. Esse novo modelo tem sido amplamente discutido com os agentes e temos recebido contribuições importantes para o aprimoramento de nossa proposta e adoção de mecanismos regulatórios factíveis e eficazes.

■ **P&D:** A partir de quando estará em vigor essa nova regulamentação e como ela irá afetar o próximo ciclo (2007/2008)?

■ **MP:** As discussões e atividades relativas a esse novo modelo tiveram início em abril. Contratamos consultorias especializadas e nosso cronograma prevê a realização de Audiência Pública até novembro de 2007 para apresentação do novo manual de P&D à sociedade. Sua publicação deverá ocorrer até o final deste ano, após consolidação das contribuições recebidas. Pelo modelo atual, os ciclos anuais têm início em setembro de um ano e terminam em agosto do ano seguinte. Assim, o ciclo 2007/2008 teria início, formalmente, em setembro de 2007. Na prática, porém, a execução dos projetos não começa antes do ano seguinte. Sendo publicada a nova regulamentação até o final deste ano, não deverá haver postergação do início de novos projetos.

■ **P&D:** Como os resultados dos programas de P&D podem ser traduzidos para a sociedade?

■ **MP:** Os programas de P&D têm como objetivo a busca de inovações para fazer frente aos desafios tecnológicos e de mercado das empresas e do setor de energia. O Setor Elétrico no Brasil é fortemente dependente de tecnologia importada e possui desafios de mercado que requerem soluções específicas, criativas e inovadoras. A qualidade dos serviços prestados e os elevados índices de perdas por inadimplência, fraudes e desvios, conjugados com a realidade socioeconômica do País, são dois exemplos de desafios que requerem soluções criativas, práticas e de baixo custo.

Não menos importantes são os desafios associados à expansão da oferta de energia elétrica e sua integração com outras fontes de energia, buscando o menor impacto ambiental e o maior desenvolvimento socioeconômico.

■ **P&D:** Em que áreas há maior concentração de projetos de P&D?

■ **MP:** As duas áreas em que há maior incidência de projetos são supervisão, controle e proteção de sistemas elétricos (15% dos projetos) e meio ambiente (12%). Os temas eficiência energética, fontes renováveis ou alternativas de energia, qualidade e confiabilidade, e medição apresentam índices que giram em torno de 5% dos projetos e investimentos realizados.

■ **P&D:** Como as empresas do setor podem contribuir, por meio dos projetos de P&D, na luta contra o aquecimento global?

■ **MP:** Como informado anteriormente, a área de meio ambiente é uma das que mais recebe investimentos em P&D. Falta, entretanto, uma orientação mais clara e objetiva da ANEEL sobre os desafios tecnológicos e de conhecimento do setor elétrico na área de meio ambiente. Falta uma avaliação sistemática do que se fez ao longo desses quase 10 anos de investimentos compulsórios em P&D no Setor Elétrico e, a partir daí, uma definição de prioridades: tópicos tecnológicos estratégicos, de grande relevância para o setor e, portanto, prioritários.

■ **P&D:** A pesquisa de resultados realizada em 2005 mostrou um número expressivo de patentes de produtos desenvolvidos pelos projetos? Há uma tendência de crescimento desse número?

■ **MP:** Sim. A tendência é aumentar substancialmente esse número. Primeiro porque ainda há um número significativo de produtos patenteáveis, de projetos concluídos. Segundo porque a nova regulamentação dará muito mais ênfase aos resultados dos projetos, estimulando o desenvolvimento de produtos relevantes e com maior potencial de aplicação no dia-a-dia das empresas.

Investimentos da FINEP

no âmbito do Fundo Setorial de Energia Elétrica

CT-ENERG incentiva parceria entre os segmentos acadêmico e industrial

Conforme estabelecido na Lei nº 9.991/2000, regulamentada pelo Decreto nº 3.867, de 16 de julho de 2001, e, posteriormente modificada pela Lei nº 10.848/ 2004, os recursos que constituem o Fundo Setorial de Energia Elétrica são provenientes das concessionárias e permissionárias de serviços públicos de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. Esses agentes ficam obrigados a aplicar, anualmente, o montante de, no mínimo, 0,075% (setenta e cinco centésimos por cento) de sua receita operacional líquida em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico e não menos que 0,025% (vinte e cinco centésimos por cento) em programas de eficiência energética no uso final.



Adaptação de foto de João Luiz Ribeiro / FINEP

Laércio de Sequeira

“

Embora haja necessidade de redefinir as diretrizes das ações do CT-ENERG, seu balanço tem aspectos bastante positivos

”

Na distribuição desses valores, 40% (quarenta por cento) destinam-se ao Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT). Outros 40% (quarenta por cento) vão para projetos de pesquisa e desenvolvimen-

to, segundo regulamentos estabelecidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Os 20% (vinte por cento) restantes são encaminhados à Empresa de Pesquisa Energética (EPE) a fim de custear pesquisas em planejamento da expansão do sistema energético e estudos de inventário e de viabilidade, necessários ao aproveitamento dos potenciais hidrelétricos.

Neste artigo, nos deteremos na análise dos impactos causados pela implementação do Fundo Setorial de Energia Elétrica (CT-ENERG) nas ações da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), empresa pública vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Muito embora haja necessidade de redefinir as diretrizes que norteiam as ações do CT-ENERG, o balanço desses seis anos desde sua criação tem aspectos bastante positivos, não somente na

implantação de infra-estrutura laboratorial específica para ações de Pesquisa Desenvolvimento e Inovação (PD &I), mas também pelo incentivo à parceria entre o setor acadêmico e industrial para desenvolvimento conjunto de equipamentos, instrumentos e processos sobre as mais diferentes fontes de energia.

Nos primeiros dois anos, as ações concentraram-se em encomendas que objetivaram atender a infra-estrutura laboratorial para os primeiros projetos sobre biodiesel bem como no início do apoio ao programa nuclear brasileiro e nas chamadas públicas associativas entre Instituições Científicas Tecnológicas (ICT) e empresas, preferencialmente privadas.

“

Com o advento das ações transversais foi possível estimular atividades estratégicas que fazem parte de programas de Governo

”

Mais recentemente, a partir de 2004 e com o advento das ações transversais (aquelas em que há a participação de recursos de mais de um fundo setorial), foi possível estimular ações estratégicas que fazem parte de programas de Governo. Assim, pode-se citar a criação das redes de pesquisa em células a combustível e hidrogênio, o incentivo à pesquisa de biocombustíveis, notadamente etanol e biodiesel.

É de extrema importância ressaltar que essas atividades em rede buscam não só o desenvolvimento tecnológico e a inovação no âmbito acadêmico, mas, principalmente, alcançar o mercado pela difusão do conhecimento gerado. Também por meio de projetos cooperativos, houve ganhos expressivos no desenvolvimento, com tecnologia nacional, de aerogeradores de pequeno porte e geração fotovoltaica, setores

nos quais foram formados novos grupos de excelência e produtos inovadores com performance comparável aos produtos disponíveis no mercado internacional.

Há que se destacar, também, a realização de chamada pública para projetos que contemplatessem a Tecnologia Industrial Básica (TIB), antiga reivindicação do setor elétrico. Da mesma forma, outra atuação bem sucedida é a da Rede Brasil de Tecnologia (RBT) que, por meio de parceria da FINEP, Eletrobrás e empresa, tem alcançado resultados extremamente interessantes na introdução de equipamentos, instrumentos e ferramentas computacionais para o setor elétrico, notadamente no gerenciamento de linhas de transmissão e redes distribuidoras no mercado. Ainda nesta fase mais recente, houve aporte significativo de recursos para dar continuidade ao desenvolvimento do programa nuclear brasileiro. Finalmente, pode-se afirmar que o Fundo Setorial de Energia Elétrica vem cumprindo seu objetivo principal, qual seja, o apoio à PD&I e à capacitação de recursos humanos.

Secretário Técnico do Fundo Setorial de Energia (CT-ENERG)

LAÉRCIO DE SEQUEIRA é engenheiro mecânico – UFF turma de 1966, com Curso de Especialização - MBA em análise de projetos na COPPEAD/UFRJ.

Trabalhou na FINEP Financiadora de Estudos e Projetos em várias áreas. Foi chefe dos Departamentos de Energia (1983 a 1985), de Transporte e Energia (1986 a 1988) e de Indústria (1999 a 2001). Em 2001 assumiu como coordenador de Energia Elétrica e de Fontes Alternativas e atuou até 2003, quando passou a chefiar o Departamento de Planejamento da Área de Instituto de Pesquisas e Difusão da Tecnologia (2003 a 2006).

Atualmente é secretário Técnico de Energia e membro suplente do Comitê Gestor do Fundo Setorial de Energia Elétrica (de 2001 até a presente data).

P&D com inovação

O desafio das empresas na consolidação do ciclo

Em defesa da integração entre políticas governamentais e iniciativas empresariais

O Renascimento é academicamente caracterizado como um período da história da humanidade que marcou o resgate da cultura clássica e promoveu uma revolução no pensamento filosófico e nas artes que resultaram na transição, sem rupturas, da Idade Média para a Idade Moderna. De outra forma, ele pode, igualmente, ser entendido como um real processo de inovação, onde inventos como a imprensa, por Gutemberg, que permitiu a propagação da literatura e incentivou a produção e o conhecimento, bem como o uso do óleo na têmpera das tintas, que potencializou a beleza das pinturas, foram frutos do espírito questionador do homem, que culminou por promover um largo avanço qualitativo da humanidade.

“

A partir do repensar das práticas, técnicas e procedimentos vigentes, as empresas promovem seus projetos em parceria com instituições de pesquisa de todo o país, e buscam, sempre, soluções que possam ser entendidas como aderentes à realidade técnica e social do meio em que estão inseridos

”



Luiz Carlos Guimarães

Algumas lições da Renascença podem ser tiradas quando se depara com os desafios da inovação contemporânea, especialmente no que tem a ver com a prospecção do futuro que, sem dúvida, longe do rompimento, deve se realizar com base nas experiências do passado, de forma a garantir uma transição por meio de avanços que mitiguem a possibilidade de redundâncias e que se sustentem não em fatos e eventos isolados, mas em programas concatenados que garantam a progressiva consolidação de um real ganho para a humanidade.

Os programas de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) das distribuidoras de energia elétrica, acompanhados pela ANEEL, têm, de certa forma, seguido esse paradigma. A partir do repensar das práticas, técnicas e procedimentos vigentes, as empresas promovem seus projetos, em parceria com instituições de pesquisa de todo o país, e

buscam, sempre, soluções que possam ser entendidas como aderentes à realidade técnica e social do meio em que estão inseridos.

“

O grande desafio dos programas das empresas, como de praxe, tem sido o de consolidá-lo com o ciclo virtuoso da inovação e na promoção do objetivo último da modicidade tarifária, pelo uso de novas tecnologias e processos na prestação do serviço público de energia elétrica

”

No ano de 2006, as distribuidoras investiram aproximadamente R\$ 550 milhões, seja diretamente em seus projetos de P&D ou, indiretamente, pelo repasse de recursos ao Fundo Nacional de Ciência e Tecnologia e à Empresa de Pesquisa Energética (EPE).

“

Algumas lições da Renascença podem ser tiradas quando se depara com os desafios da inovação contemporânea, especialmente no que tem a ver com a prospecção do futuro

”

O grande desafio dos programas das empresas tem sido consolidá-los em consonância ao ciclo virtuoso da inovação, com definição do arranjo e do escopo de atividades que se ajustem a esta

finalidade e, neste sentido, resultem no fortalecimento da indústria nacional, na geração da atividade econômica, na ampliação e qualificação de postos de trabalhos, no fomento do uso racional e eficiente da energia. E enfim, na promoção do objetivo último da modicidade tarifária pelo uso de novas tecnologias e processos na prestação do serviço público de energia elétrica.

É neste foco que as distribuidoras têm buscado trabalhar: integrar, de forma coordenada, as ações de fomento do Governo e as das iniciativas empresariais. Assim, acreditamos contribuir permanentemente para o repensar do escopo da regulamentação do setor, de modo a criar as necessárias condições para a orientação de P&D para a inovação, sem rupturas.

Presidente da Associação Brasileira das Distribuidoras de Energia Elétrica (ABRADEE)

Luiz Carlos Silveira Guimarães é engenheiro eletricista, formado na Escola Federal de Engenharia de Itajubá, em Minas Gerais (EFEI), com Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico (Cepal), Distribuição de Energia Elétrica (Cedis/Mackenzie) e em Operação Energética (Cose/Coppe).

Com dedicação profissional ao setor elétrico há vários anos, trabalhou na Companhia Energética do Amazonas (Ceam) na área de construção de Pequenas Centrais Termelétricas. Na Companhia Energética de São Paulo (Cesp) assumiu como gerente regional da área de Distribuição de Rio Claro. Atuou na área de Estudos tarifários e no Grupo Coordenador para Operação Interligada (GCOI) das Centrais Elétricas Brasileiras S/A (Eletrobrás).

Foi superintendente Comercial da Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S/A – Eletropaulo. Atuou como secretário-executivo do Comitê de Distribuição (CODI), órgão criado em 1975 e dedicado ao desenvolvimento do setor de distribuição de energia elétrica.

Em 1995, foi nomeado o primeiro presidente da Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (Abradee) e reconduzido por várias vezes ao cargo que desempenha até hoje.

Os produtores independentes e o Programa de Pesquisa & Desenvolvimento

ANEEL acertou ao criar a SPE e ao propor mudanças do programa de P&D

Criado para incentivar as concessionárias e permissionárias de distribuição, geração e transmissão de energia elétrica, assim como Produtores Independentes de Energia Elétrica (PIEs), a acompanhar as constantes inovações e mudanças tecnológicas por que passa o setor de energia elétrica, o Programa de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), disposto pela Lei 9.991/2000, está bastante diferente daquele início modesto em 1998. Neste ciclo (1998/1999) foram aprovados 63 projetos e investidos recursos da ordem de R\$ 12 milhões. Até seu oitavo ciclo (2005/2006) o programa contabilizou investimentos acumulados de cerca de R\$ 939 milhões, distribuídos em 3.284 projetos aprovados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Esses números constituem prova de que, com a implantação da infraestrutura para impulsionamento de inovações tecnológicas, a ANEEL está na direção certa.



Luiz Fernando Leone Vianna

“

A Apine estimula, entre suas associadas, o compartilhamento de projetos de grande interesse público e privado que, por agregarem alto valor comercial, demandam pesquisas científicas com emprego de alta tecnologia e, por conseqüência, onerosos para serem empreendidos por um só agente

”

A Associação dos Produtores Independentes de Energia (Apine) não poderia estar indiferente a esses acontecimentos e, para atender a orientação de suas associadas, criou um grupo de trabalho, denominado GT P&D, especificamente para tratar de assuntos pertinentes ao programa. Os objetivos desse grupo de trabalho são promover a integração com a agência reguladora para dirimir as dúvidas de suas associadas quanto à aplicação do programa, auxiliar na convergência de interesses pertinentes aos atos regulatórios e estimular o compartilhamento de projetos.

A formatação do programa em “ciclo anual”, com início em setembro e término em agosto do ano seguinte, tem criado dificuldades para as associadas. Dentre elas, o fechamento da carteira de projetos a serem submetidos à aprovação da Agência, pois não é raro que bons projetos sejam excluídos ou nem possam ser submetidos à avaliação devido à rigidez dos prazos ou pelas dúvidas surgidas durante a fase de seleção. Outra é

a tributação: a incidência da taxa Selic como fator de atualização monetária do valor contingenciado pelos agentes para os projetos e a inclusão da parcela do lastro dos agentes de geração - oriunda de contratos de compra de energia elétrica - na base de cálculo dos investimentos em P&D provocam desequilíbrio na receita dos geradores.

Desde sua criação, o GT P&D da Apine está em franca atividade e desperta grande interesse por parte das empresas associadas. Recentemente, em reunião que marcou a primeira aproximação com a ANEEL, o GT tomou conhecimento dos estudos em curso pela Superintendência de Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética (SPE), responsável pelo programa. As proposições, a serem submetidas à audiência pública, têm como finalidade promover melhorias, principalmente pela extinção da formatação atual. As propostas afiguram-se em grande avanço para o efetivo sucesso do Programa P&D.

A Apine estimula, entre suas associadas, o compartilhamento de projetos de grande interesse público e privado que, por agregarem alto valor comercial, demandam pesquisas científicas com emprego de alta tecnologia e, por consequência, tornam-se onerosos para serem empreendidos por um único agente.

Os itens preconizados pela ANEEL para a nova formatação do Programa de P&D são o fim da rigidez estabelecida no “ciclo anual”, a concentração nos resultados, o propósito de redução da burocracia e a exigência de funcionalidade aos projetos para que agreguem valor comercial. Tais premissas também permitirão o compartilhamento dos projetos. Vislumbra-se, com essa nova metodologia, um grande avanço na integração da sociedade científica com os agentes do setor elétrico, sempre vanguardista e receptivo às inovações tecnológicas.

Desde sua criação, em 1998, o Programa P&D tem cumprido sua finalidade no setor elétrico e se caracterizado como importante vetor de incentivo e desenvolvimento da pesquisa aplicada no Brasil. Para a Apine, a ANEEL acertou ao criar uma superintendência específica para tratar dos assuntos relativos a P&D, a SPE, e ao se propor a introduzir melhorias no programa que, após quase dez anos de criação, necessita de atualização para não perder fôlego e continuar a cumprir a sua finalidade.

**Presidente do Conselho Administrativo da Apine
(Associação dos Produtores Independentes de
Energia Elétrica)**

“

Para a Apine, a ANEEL acertou ao criar uma superintendência específica para tratar dos assuntos relativos a P&D, a SPE

”

Luiz Fernando Leone Vianna é Administrador de Empresas e Engenheiro Eletricista pela Universidade Federal do Paraná – UFPR, com Pós-graduação em Materiais para Equipamentos Elétricos pela UFPR. Consultor em Energia Elétrica, com ênfase na área institucional e de regulação da Geração de Energia Elétrica.

Atuou na Companhia Paranaense de Energia – Copel, de 1978 a 2002, como gerente das Usinas Hidrelétricas Gov. Parigot de Souza e Gov. Bento Munhoz da Rocha Netto; gerente da Divisão de Manutenção Elétrica; superintendente de Operação e Manutenção; assistente da Diretoria de Operação e da Presidência da Copel; diretor Superintendente da Copel Geração; e diretor de Relações Institucionais da Copel.

Foi membro do Conselho Paranaense de Recursos Hídricos e participante pela Copel, junto ao Ministério de Minas e Energia (MME), na Reestruturação do Sistema Elétrico Brasileiro – RESEB.

Assumiu como diretor de Projeto da Duke do Brasil no processo de privatização da Eletrosul. Participou da negociação do Acordo Geral do Setor Elétrico pela Copel/Copel Geração S/A, junto ao MME/ANEEL/AGU e atuou como conselheiro do Mercado Atacadista de Energia (MAE) e da Administradora do Mercado Atacadista de Energia – Asmae.

Na Associação Brasileira dos Produtores Independentes de Energia Elétrica (Apine) assumiu como diretor, conselheiro e é o atual presidente do Conselho de Administração.

O desenvolvimento tecnológico energético na atividade estratégica do Operador Nacional do Sistema

Plano diretor prevê utilização de redes para atuação integrada

O Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) tem como missão operar o Sistema Interligado Nacional (SIN) de forma integrada, com transparência, equidade e neutralidade, de modo a garantir a segurança, a continuidade e a economicidade do suprimento de energia elétrica no país.

A fim de que possa conduzir suas atividades com a maior eficiência possível, o ONS deve estar suficientemente aparelhado com as melhores tecnologias associadas aos seus processos.

Orientado pelo seu planejamento estratégico, e com o objetivo de criar bases para conduzir ações articuladas de desenvolvimento tecnológico no ONS, foi criado um Comitê de Desenvolvimento Tecnológico (CDT) que coordena, de forma global, as atividades relacionadas ao desenvolvimento tecnológico. Um dos primeiros resultados da criação deste Comitê foi elaborar um Plano Diretor de Desenvolvimento Tecnológico (PDDT).

Aprovado pela Diretoria do ONS, o plano tem como objetivo contextualizar o desenvolvimento tecnológico como uma atividade estratégica do ONS, como indicado nos objetivos estratégicos e no estatuto do Operador. Pretende, ainda, definir Redes de Desenvolvimento Tecnológico (RDT) que representam os principais instrumentos do ONS para a identificação e avaliação do estágio atual de utilização da tecnologia existente e das necessidades de incorporação de novas tecnologias. Finalmente, busca indicar ações de desenvolvimento tecnológico a serem executadas para implementar gradualmente a gestão tecnológica no ONS.

Atualmente, estão em implantação Redes de Desenvolvimento Tecnológico que terão como objetivo atuar de forma integrada na identificação e contratação de provedores a fim de atender as demandas de tecnologia do Operador.

Como parte de seu plano de ação para o biênio 2007/2009, o ONS tem desenvolvido os seguintes projetos prioritários de Pesquisa e Desenvolvimento:



Hermes J. Chipp

- Modelos de Geração Eólica para a Programação da Operação e Operação em Tempo Real

Este projeto pretende desenvolver ferramentas e processos adequados para a programação da geração e operação em tempo real, com vistas à integração das fontes de energia eólica do PROINFA ao SIN.

- Implantação de Sistema de Oscilografia de Longa Duração

Tem como objetivo permitir a análise do comportamento dinâmico do SIN, com determinação das causas de distúrbios eletromecânicos, obtenção de subsídios para reajustes dos controladores das unidades geradoras, identificação de novas medidas operativas, de eventual necessidade de implementação de novos Sistemas Especiais de Proteção (ECE/ECS) e validação de modelos eletrodinâmicos.

“

Para conduzir suas atividades com a maior eficiência possível, o ONS deve estar suficientemente aparelhado com as melhores tecnologias associadas aos seus processos

”

- Aperfeiçoamento dos Modelos de Previsão de Vazões

Visa desenvolver novos modelos de previsão de vazões que inclua informação de precipitação observada e prevista e, assim, promova a evolução dos modelos já existentes de previsão de vazões e de geração de cenários de afluências para o aperfeiçoamento dos estudos de planejamento e programação eletroenergética.

“

Estão sendo implantadas Redes de Desenvolvimento Tecnológico que terão como objetivo atuar de forma integrada na identificação e contratação de provedores a fim de atender as demandas de tecnologia do Operador

”

- Aplicação de dispositivos “FACTS” para ampliação da capacidade de transmissão do SIN

O objetivo do projeto é determinar a metodologia e o ferramental que possibilitem identificar o tipo e o melhor ponto de inserção de dispositivo *Flexible AC Transmission Systems* (FACTS) no SIN, com o

objetivo de ampliar a capacidade de transmissão, com melhoria do controle dos sistemas existentes e otimização do uso dos recursos eletro-energéticos disponíveis, em consideração à modicidade tarifária.

- Aplicação da tecnologia de Medição Fasorial a sistemas de apoio a tomada de decisão em Tempo Real

Este projeto pretende elevar a segurança da operação do SIN por meio de um Sistema de Medição Fasorial (SMF) que utiliza unidades de medição fasorial (*Phasor Measurement Units* - PMU).

Diretor-Geral do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS)

HERMES CHIPP é engenheiro eletricista pela UFRJ em 1971 e pós-graduado nos Estados Unidos, ‘Power System Engineering Course’, da GE/ Union College - New York.

Admitido como engenheiro na Eletrobrás no final de 1971, assumiu sucessivamente funções de chefe de divisão e de departamento na área de Planejamento da Operação Elétrica e assistente executivo, por vezes interino da diretoria de Operação de Sistemas. Exerceu ainda, de 1973 a 1998, funções no Grupo Coordenador para Operação Interligada (GCOI) como coordenador de Grupo de Trabalho de Planejamento da Operação Elétrica a Médio Prazo e o Subcomitê de Estudos Elétricos, antes de assumir a Secretaria Executiva.

Participou do Projeto de Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro (1995 a 1997) na coordenação de Grupos de Trabalho de Estruturação do Modelo Comercial e do Mercado de Energia Elétrica. Com a criação do Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS, em 1998, assumiu a Diretoria de Planejamento e Programação. Em 2005, foi indicado à Diretoria Geral, cargo que exerce atualmente e o torna membro permanente do Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE) do Ministério de Minas e Energia.

CORREDORES ECOLÓGICOS

Levantamento de informações gerou campanha educativa na região de reservatórios

A formação de corredores ecológicos é essencial para garantir a conservação da biodiversidade. Com este objetivo, a Tractebel, por meio do Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (Lactec), desenvolveu um projeto para coleta e atualização de informações ambientais, socioeconômicas e arqueológicas na região dos reservatórios das usinas hidrelétricas de Salto Santiago e Salto Osório, no Rio Iguaçu, no Paraná.

Os resultados do estudo contribuíram para permitir o aumento da eficácia do monitoramento da utilização dos reservatórios e da qualidade ambiental e para a criação de um programa de educação ambiental que atingiu aproximadamente 13 mil alunos de 65 escolas da rede pública de ensino de 16 municípios da região. Os professores receberam treinamento para utilização do material audiovisual produzido para a campanha educativa.

A pesquisa permitiu verificar a predominância de atividades agropecuárias na região dos dois reservatórios e também a existência de fragmentos florestais irregularmente distribuídos, situação desfavorável ao fluxo biológico e que se agrava com a existência de áreas totalmente desprovidas de cobertura vegetal. Essas lacunas estendem-se inclusive às margens dos reservatórios, com extensões superiores a dois quilômetros.

Detectou-se que, da superfície diagnosticada pela pesquisa, 24,45% do reservatório de Salto Santiago e 33,28% do lago de Salto Osório apresentavam cobertura florestal com aptidão para um programa de estabelecimento de corredores ecológicos. Entretanto, essa cobertura encontra-se extremamente fragmentada e irregularmente distribuída, com baixo índice de conectividade.

A principal causa da ausência de conexão observada é o descumprimento da legislação ambiental, que determina a proteção integral das margens dos reservatórios, por no mínimo 100 metros a partir da cota máxima de enchimento, e dos seus rios tributários. Nesse caso, a proteção deve abranger área mínima de 30 metros a partir das margens, além de 50 metros de raio nas nascentes. Se observada e cumprida a legislação, os percentuais de áreas protegidas saltariam para 43,38 % em Salto Santiago e 46,01 % em Salto Osório.

Os resultados obtidos com o projeto foram repassados aos órgãos ambientais do Paraná por meio de um relatório técnico-científico. Houve ainda apresentações para os pesquisadores do projeto "Paraná Biodiversidade", da Secretaria de Meio Ambiente do estado, para técnicos do Instituto Ambiental do Paraná (IAP) e para os funcionários da concessionária. A identificação dos

problemas poderá permitir a atuação governamental e social no combate aos problemas ambientais verificados.

Pesquisa - Para fazer a análise da fauna foram utilizadas a pesquisa bibliográfica de dados secundários e a coleta em campo. Foram identificadas espécies de mamíferos, aves e anfíbios, uma vez que estes grupos são os que melhor caracterizam a discussão de corredores ecológicos.

A identificação da flora foi realizada a partir de ortofotocartas, com posteriores saídas a campo para calibração das imagens obtidas. As áreas de pastagem, reflorestamento e floresta foram caracterizadas e identificadas, o que permitiu a mensuração do volume de áreas ainda preservadas na região e a produção de subsídios para discussão de formas de recomposição das áreas degradadas. Foram realizadas ainda simulações de recomposição de Áreas de Preservação Permanente (APP) e de sua contribuição na formação de corredores ecológicos.

O levantamento socioeconômico identificou a existência de vários conflitos fundiários e a influência deles na preservação ambiental. Para isso, foram entrevistados agricultores, políticos, comerciantes, proprietários de áreas de lazer e técnicos da região. Os resultados apontaram os caminhos para minimizar os conflitos e, assim, melhorar a preservação dos recursos naturais locais.

O estudo arqueológico foi realizado por vistorias e escavações em pontos previamente selecionados por meio das ortofotocartas. O trabalho ficou concentrado nas margens dos reservatórios, tendo em vista que a erosão facilitou o processo de busca por vestígios. Esse trabalho também caracterizou o processo de ocupação da região, dado importante para o entendimento dos conflitos atuais e para a proposição de medidas para minimizá-los.



Entrevista para construir o perfil socioeconômico

Acervo Tractebel

Pesquisa permite catalogar espécies locais



Acervo Tractebel

Sistema prevê demanda de energia

Tecnologia facilita planejamento financeiro e de produção

Diante das transformações advindas do novo modelo do setor elétrico brasileiro, que busca prover o setor de maior competitividade, as empresas de energia elétrica têm revisto seu papel tradicional de fornecedoras de eletricidade e adotado a postura de comercializadoras de serviços de energia. Neste cenário, a previsão da demanda em termos da potência e energia em pontos específicos de uma rede de transmissão e distribuição é fundamental, tanto para companhias geradoras de eletricidade como para seus clientes, sejam eles comercializadores, agentes de distribuição ou consumidores livres.

Ainda que, segundo a literatura especializada, um foco maior seja dado à previsão de cargas agregadas em determinados pontos da rede, existe um interesse especial em estudar as previsões para cargas individuais industriais de médio e grande porte, por diversas razões. Para o fornecedor, as previsões possibilitam planejar a produção de energia e permitem, ainda, o planejamento financeiro da geradora e da indústria, com a antecipação do cálculo da fatura. Para os prestadores de serviços de assessoria, possibilitam a simulação de benefícios nas mudanças de contratos.

O projeto foi realizado em duas etapas. A primeira concentrou-se na análise das característi-

cas e métodos de previsão de médio prazo para cargas industriais por meio de estudos de caso a partir de ferramentas de previsão disponíveis no mercado.

A segunda fase constituiu-se da elaboração e implantação de uma ferramenta para realização de previsões automáticas e estudos de caso futuros, a partir de diretrizes com três características: máxima independência entre algoritmos de previsão e ferramenta de análise, flexibilidade em relação à disponibilidade de dados e integração com o sistema de gerência de cargas utilizado na empresa.

Benefícios – O resultado desse projeto culminou no desenvolvimento de um sistema de previsão integrado ao atual esquema de armazenamento de dados da Tractebel, com uso de tecnologias de Web para acesso aos resultados. Uma interface amigável, incorporada ao sistema de gerenciamento de energia da empresa e capaz de realizar previsões de forma autônoma e de interação com especialistas para adicionar informações não presentes nos históricos.

Os usuários diretos deste sistema são os funcionários da Tractebel que executam atividades de comercialização e prestação de serviços de gestão de energia. Esses usuários passaram a

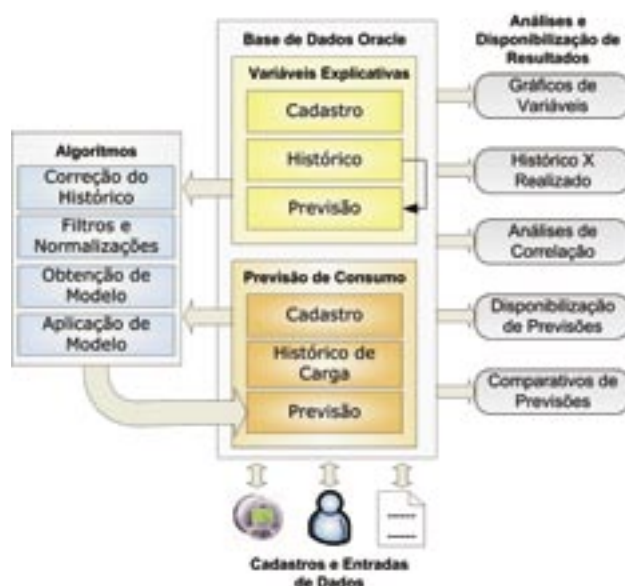


contar com uma plataforma para fazer estudos que consideram diversos fatores como histórico de alguns anos de consumo, temperatura e planejamento das linhas de produção, programação da expansão, manutenção e paradas de fábrica. Além disso, encontram no sistema funcionalidades adicionais de análise da qualidade das previsões que permitem a obtenção automática de gráficos de erro, correlação e comparativo entre previsões.

Para prazos curtos, o sistema também é capaz de atualizar as previsões de forma automática, de acordo com a disponibilidade de novos dados. Esse pode ser considerado um processo novo e autônomo, que disponibiliza um dado importantíssimo no planejamento operacional ou comercial de curto prazo. Isso é particularmente interessante para usuários da área de comercialização de energia, que podem simular faturas ou estimar a exposição energética dos consumidores ao final do mês.

Além dos beneficiários internos da empresa, o cliente industrial da Tractebel passa a ter fácil acesso a uma informação importante para seu próprio planejamento. Como exemplo mensurável de resultado, pode-se citar a aplicação do sistema a um caso de cliente industrial cuja gestão energética é terceirizada para a Tractebel. Ao

comparar duas previsões para o ano de 2006, uma feita pelo próprio cliente com os métodos utilizados anteriormente e outra feita a partir da metodologia do sistema desenvolvido, observou-se uma diminuição do erro total anual de 14,2% para 5,8%.



Arquitetura do sistema de previsão da Tractebel



Sistema permite localização remota de falta de energia

Implantação aumentará confiabilidade da distribuição com redução de custos

O objetivo principal desse projeto foi desenvolver um protótipo de equipamento localizador de faltas para a distribuição baseado na teoria das ondas viajantes, com precisão de até 500 metros. Até recentemente, assumia-se que essa teoria era restrita aos sistemas de transmissão e que a expansão desse emprego à distribuição seria inviável pela complexidade natural do sistema.

Entretanto, a partir de 2001 e por dois ciclos anuais de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) consecutivos, a Centrais Elétricas de Santa Catarina S/A (Celesc) investiu em estudos sobre a viabilidade do emprego da teoria das ondas viajantes para localizar faltas na distribuição. Realizados pelo Grupo de Pesquisas em Sistemas Eletromagnéticos e de Energia (SELMAG) da Universidade Regional de Blumenau (FURB), esses estudos comprovaram, de forma inédita, a aplicabilidade do método por meio da instalação de projeto piloto em um alimentador de 23,8 kV da Regional de Blumenau da Celesc.

O projeto piloto foi instalado com o emprego de equipamentos importados, de alto custo, originalmente desenvolvidos para a área de transmissão, e que foram adaptados para operar junto à distribuição. Dessa forma, embora a aplicabilidade do método das ondas viajantes para a localização precisa de faltas em sistemas de distribuição tivesse sido comprovada, a ampla utilização da metodologia ficou comprometida pelos altos custos de aquisição e manutenção de equipamentos importados e variáveis decorrentes.

Nesse contexto, no ciclo 2004 de P&D, a Celesc investiu no Sistema de Localização de Defeitos por Ondas Viajantes aplicável a Redes de Distribuição de Energia (Sildov), executado pelo Grupo de Pesquisas em Sistemas Eletromagnéticos e de Energia (SELMAG) da Universidade Regional de Blumenau (FURB) em parceria com a empresa de desenvolvimento de tecnologia Documentta Tecnologia Ltda. O trabalho resultou no protótipo do equipamento ilustrado.

O Sildov é um sistema que integra componentes de alta tecnologia, *softwares* embarcados e sistema de comunicação remota. Localiza defeitos de impedância até $\sim 7k\Omega$ (sete mil Ohms), em troncos de alimentadores de distribuição com precisão de até 500 metros. O resultado das localizações é enviado para uma estação remota que poderá estar instalada junto ao Centro de Operação do Sistema.

Funciona com base na monitoração das correntes transitórias (ondas viajantes) geradas no ponto de falta e propagadas no alimentador. A efetiva implantação deste método poderá revolucionar a rotina de localização de faltas em linhas de distribuição e contribuir para a confiabilidade do sistema e para a redução significativa de custos decorrentes das quedas de energia.

Atualmente, na incidência de uma falta em alimentador de distribuição, os consumidores afetados entram em contato com a concessionária via telefone. A partir disso e após uma análise de escritório, o operador entra em contato com a equipe mais próxima do alimentador em falta, que percorre a linha em inspeção visual.

Embora esse processo seja realizado com agilidade por parte das equipes de manutenção, é evidente que a localização remota e precisa da falta de energia resultará em redução significativa no tempo de desligamento e nos custos decorrentes. O operador localizará o ponto de falta ao acessar o Sildov em seu computador conectado aos equipamentos instalados em campo via modem. Isso permite economia do tempo hoje empregado na inspeção visual. É importante ressaltar que não seria possível localizar faltas de impedância superior a $7k\Omega$ (sete mil Ohms). Entretanto, esse limite é bem superior ao de outras metodologias até então aplicadas.

Custo – Entre os objetivos do projeto Sildov estava a necessidade de usar equipamentos de baixo custo para permitir a instalação em redes de distribuição. Essa meta foi atingida. Um equipamento Sildov, se produzido em larga escala e em valores atuais, teria custo unitário entre R\$ 8 mil e R\$ 10 mil.

Entretanto, hoje o Sildov é ainda um protótipo sem características de produto final e, por essa razão, não pôde ser instalado em larga escala. O modelo deve ser otimizado em seus componentes e sua mecânica, com diferenciação do equipamento a ser instalado em poste e aquele a ser operado em sala de subestação. Isso não foi realizado, pois o projeto foi desenvolvido em somente 12 meses. Além disso, devido ao curto tempo de execução e a necessidade de se dispor de um maior número de unidades para teste, o Sildov não foi testado em todas as possíveis configurações de linha. O sistema foi testado somente na configuração de linha do projeto piloto.

Uma alternativa seria o licenciamento da tecnologia a um fabricante, para continuidade dos trabalhos adicionais. Alternativamente, a própria Celesc poderia subsidiar essa etapa e entregar o produto pronto ao fabricante, com recuperação do investimento via cobrança de *royalties* mais elevados.

Faz-se ainda necessário ressaltar que os estudos apontam para a possibilidade de uso do sistema na localização mais precisa de faltas também em ramais e não apenas em troncos de alimentadores de distribuição. Os responsáveis apostam que esse caminho pode responder satisfatoriamente ao antigo anseio das concessionárias em localizar remota e precisamente os defeitos nos sistemas de distribuição.

O Sildov poderá custar entre R\$ 8 mil e R\$ 10 mil se produzido em larga escala





coletor simultâneo de óleo para três transformadores

*Emprego do novo equipamento
aumenta eficiência do monitoramento*



Acervo Celesc

Transformadores de potência são equipamentos caros e com amplo uso em subestações de transmissão e de distribuição de eletricidade. Por essa razão, a confiabilidade dessa máquina é fundamental para o fornecimento da energia. A integridade desses equipamentos é tipicamente avaliada pela análise de gases dissolvidos no óleo de seu interior, comumente realizada por cromatografia* em fase gasosa. Entretanto, essa técnica não permite um monitoramento contínuo dos gases e o intervalo de tempo entre as amostras pode ser considerável para a ocorrência de uma falha no transformador, com risco de não ser diagnosticada a tempo de ser evitada.

Existem no mercado sistemas de medição capazes de realizar o monitoramento de forma contínua e *online*. Porém, esses equipamentos possuem um custo elevado e são capazes de monitorar apenas um transformador. Por essa razão, o principal objetivo do projeto da concessionária Centrais Elétricas de Santa Catarina (Celesc) foi a implementação de um protótipo portátil, passível de adaptação em qualquer subestação para realização remota da multiplexação da coleta do óleo,

de forma tal que um único sistema de medição fosse capaz de vistoriar até três transformadores. O modelo, denominado de Múltiplo Analisador de Gás em Óleo (Mago), não tem similar no mercado para realização dessas funções.

A coleta simultânea do óleo em três transformadores (multiplexação) é obtida pelo acionamento de válvulas dominadas por um controlador lógico programável. A comunicação com este controlador permite ao usuário alcançar o resultado das medições via Internet por meio de um *software* específico. O sistema de medição utilizado tem como princípio de operação a extração dos gases dissolvidos no óleo por uma membrana permeável e um sensor de gás, cuja incerteza de medição é de 10%, para mais ou para menos, e a de leitura é de 25 partes por milhão (ppm) para mais ou para menos.

**Técnica utilizada para a separação dos componentes de uma mistura*

Para complementar o desenvolvimento do protótipo foram realizados diversos testes de validação. A cromatografia em fase gasosa foi considerada como padrão de medição na avaliação metrológica do modelo que validou as medições obtidas pelo Mago, bem como sua utilização em campo. Os testes foram realizados na subestação de Coqueiros em Florianópolis (SC) em razão da adequada infra-estrutura e da proximidade com o laboratório de execução dos testes.

Mago - A utilização do Mago aumenta a confiabilidade do sistema elétrico por prevenir a ocorrência de falhas críticas aos transformadores e permitir um acompanhamento mais eficaz de suas condições. Dessa forma, o uso do protótipo beneficia a empresa e, indiretamente, o consumidor, com a melhoria da confiabilidade do sistema.

O emprego do protótipo, além de cortar gastos com recolhimento e transporte do material a ser testado, aumenta a confiabilidade dos resultados por proporcionar amostras mais representativas e com intervalos de tempo significativamente menores. Além disso, o volume de óleo utilizado por amostra neste novo método é de aproximadamente um litro, metade do volume usado pelo método tradicional, a cromatografia em fase gasosa.

Com a portabilidade do protótipo é possível adaptá-lo facilmente a outros transformadores e subestações inicialmente não concebidas para o monitoramento. A portabilidade permite ainda

vistoriar transformadores críticos independentemente do valor do equipamento avaliado, inclusive os de menor porte, cujo preço não justificaria o investimento de um sistema de monitoramento dedicado. A instalação do Mago é realizada principalmente em transformadores com defeitos incipientes constatados.

O uso do protótipo não substitui a cromatografia, pois essa técnica permite a coleta periódica laboratorial, mas os dois métodos são usados em conjunto. Assim, o uso do modelo maximiza a eficiência dos ensaios de cromatografia e conjuga o melhor dos dois processos: a qualidade e profundidade dos resultados obtidos com o método laboratorial e a rapidez, a coleta simultânea de amostras de até três transformadores e o baixo custo dos resultados obtidos pelo Mago.

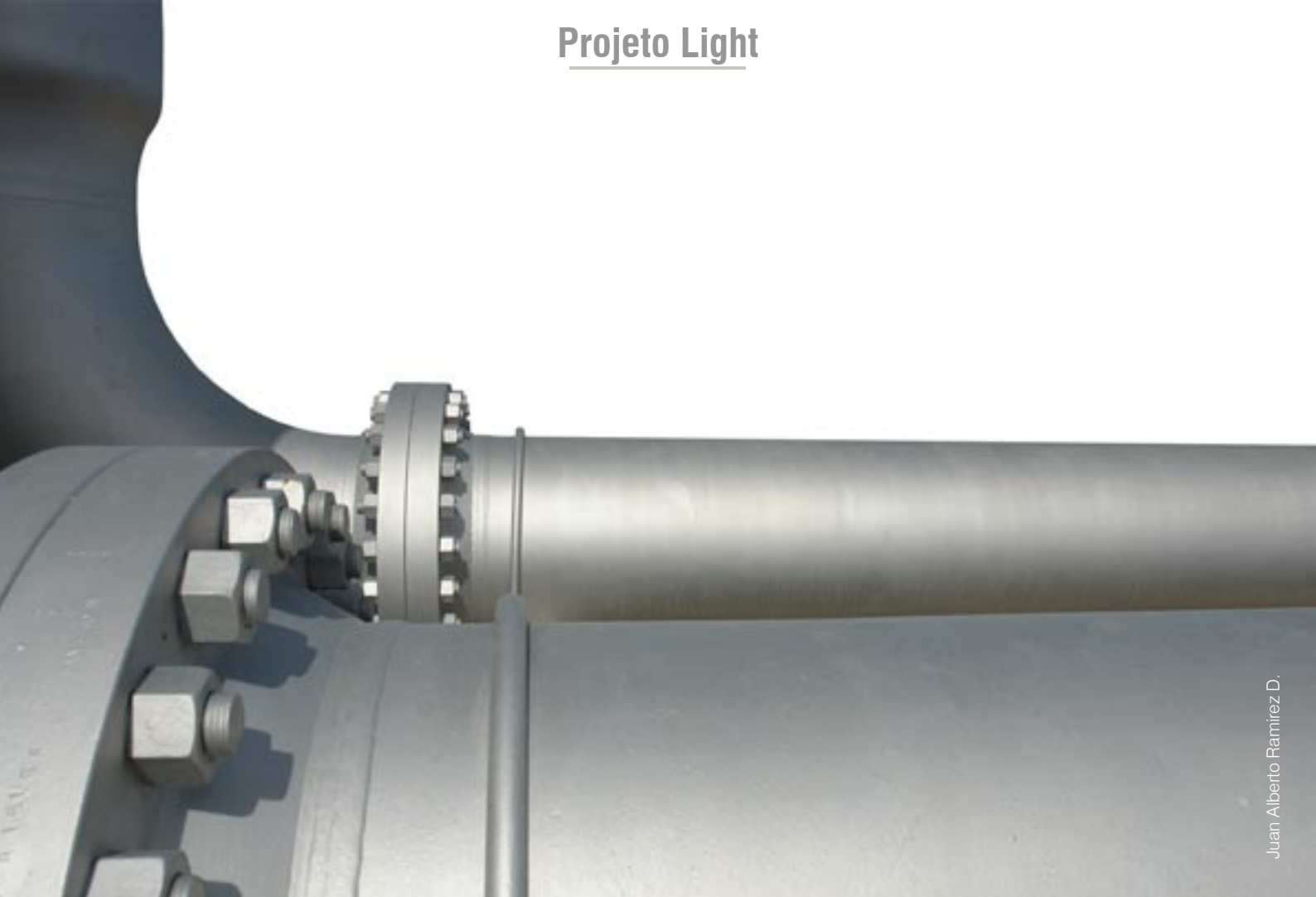
Para aprimorar o projeto, estudam-se a possibilidade de novas formas de comunicação, com utilização da tecnologia *General Packet Radio Service* (GPRS), a implementação de melhorias no *software*, no projeto elétrico e hidráulico, a redução das dimensões do protótipo e a aquisição de novos parâmetros dos transformadores como temperatura, corrente, tensão, entre outros.



À esquerda, imagem do Múltiplo Analisador de Gás em Óleo (Mago). Abaixo, detalhes de seu interior.



Fotos: Acervo Celesc



Juan Alberto Ramirez D.

EQUIPAMENTO PERMITE ECONOMIA DE R\$ 55 MIL AO ANO

Protótipo funciona em circuito de água de resfriamento das usinas

Desenvolver um equipamento novo, com baixo custo e de fácil manutenção apto a funcionar em qualquer circuito de água de resfriamento das usinas para sinalizar e acionar paradas mecânicas dos geradores e pré-condições de partida foi o objetivo do projeto da Light, executado pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ). O novo equipamento permite o acompanhamento da vazão da água de resfriamento em usinas hidrelétricas para evitar paralisações de máquinas para limpeza e desobstruções das tubulações.

No caso da Light, a maioria das hidrelétricas está localizada ao longo do rio Paraíba do Sul. O rio atravessa várias cidades industrializadas, tais como Resende e Volta Redonda, ambas no estado do Rio de Janeiro, onde são despejados agentes poluidores. Sofre ainda o processo de sedimentação provocado pelo desmatamento de suas adjacências. A má qualidade da água gera dificuldades para supervisão adequada nos circuitos de refrigeração dos equipamentos de produção de energia elétrica, o que impede sua ope-

ração remota eficaz, com necessidade freqüente de intervenções do pessoal da manutenção nestes equipamentos. A água utilizada nos sistemas de resfriamento possui uma concentração elevada de sedimentos e os medidores de sua vazão são impedidos de funcionar devido à obstrução proporcionada por estes detritos.

A falta ou escassez de água numa tubulação pode acarretar danos nos mancais dos geradores ou aumento de temperatura, o que pode provocar custos de reparo expressivos. A redução do custo de manutenção, inclusive com equipamentos e operadores, pode chegar a R\$ 55 mil ao ano. Na avaliação econômica do projeto deve-se ainda considerar os gastos evitados com a reposição dos mancais dos geradores. Em relação ao impacto ambiental, tendo em vista que a qualidade da água utilizada influencia substancialmente o sistema, o projeto relaciona-se com a gestão de qualidade da água dos reservatórios quanto aos aspectos de turbidez e de conteúdo de material orgânico. O projeto contribui ainda para minimizar a falta de controle de vazão, que pode ocasionar problemas sérios de manutenção.

O projeto, em continuidade, prevê a aplicação comercial do protótipo a fim de que sejam reduzidas as manutenções corretivas existentes nos instrumentos que atualmente estão instalados nas usinas.

Diagnóstico - Em visitas à Usina Ilha dos Pombos e ao Complexo de Lajes, na fase inicial do projeto, foram observados medidores totalmente obstruídos por depósitos orgânicos. Após análise de diferentes tipos de medidores, foi constatado que os não-intrusivos poderiam operar com confiabilidade por mais tempo, sem intervenção de operadores. Suas características principais devem ser baixo custo e exatidão para serem utilizados em larga escala na Light, como medidores do tipo ON/OFF de presença do escoamento nos circuitos da água de resfriamento.

Dentre as tecnologias de melhor custo-benefício, duas foram analisadas. Uma foi o Extensômetro, colocado externamente num trecho de mudança de direção da tubulação para que a força imposta a mesma possa ser medida pela sua deformação e relacionada com a vazão. Outra foi o Acelerômetro, colocado externamente numa tubulação para medir a frequência das vibrações induzidas na mesma pelos vórtices.

Extensômetro - Um sistema de calibração de vazão foi especialmente projetado e construído na PUC-Rio. Os sensores foram instalados de várias formas, de modo a proceder à escolha da posição de maior sensibilidade à deformação na tubulação, provocada pelo escoamento e pela pressão da água. Foi usada uma ponte de Wheatstone para melhor medir o desequilíbrio. Após os testes, realizados em várias condições de vazão e pressão, concluiu-se que a deformação da tubulação com a vazão de água não podia ser medida confiavelmente com instrumentos comercialmente disponíveis no mercado, muito embora fosse bastante sensível à variação de pressão. Assim, resolveu-se projetar um sistema que utiliza um acelerômetro.

Acelerômetro - Neste caso, o mesmo sistema de calibração de vazão foi utilizado. O acelerômetro foi colocado no local de maior sensibilidade da tubulação para realização dos testes. Por meio de ensaios realizados com acoplamentos rígido e flexível da tubulação na fonte de suprimento de água, concluiu-se que o sistema media as vibrações induzidas pelos vórtices gerados no escoamento do fluido no interior da tubulação e, também, as vibrações propagadas pelas estruturas, que deveriam ser eliminadas para maior confiabilidade de medição de vazão. A incerteza de medição foi considerada elevada.

Testes realizados com acoplamentos rígido e flexível mostraram que o sistema é sensível a ruídos como, por exemplo, a vibração da tubulação causada por outros meios, o que deve ser evitado. Na Usina Fontes Velha, os testes mostraram que o sistema também é vulnerável a ruídos eletrônicos, pois funciona como antena. Portanto, tornou-se necessário realizar novos testes para minimizar estes ruídos e, conseqüentemente, reduzir a incerteza de medição de vazão.

O protótipo desenvolvido tem sido utilizado para a supervisão da água de resfriamento em usina e o conhecimento adquirido durante o projeto melhorará as especificações futuras de instrumentos para as unidades geradoras. Funcionários foram treinados no curso de Metrologia, Qualidade e Inovação da PUC, com melhoria a qualidade do serviço prestado.



Protótipo pode sinalizar e acionar paradas mecânicas dos geradores

Novo espaçador para ambientes poluídos e de alta temperatura

Empresa avalia custo da produção comercial do modelo desenvolvido

O desempenho de espaçadores poliméricos em ambientes agressivos tem se revelado inadequado e se transformou no item que apresenta o maior índice de defeitos. O projeto de P&D da Light teve como objetivo, após avaliação dos espaçadores existentes no mercado, desenvolver outro que pudesse ser instalado em ambientes com elevado índice de poluição, altas temperaturas e, sobretudo, com significativa redução dos custos de manutenção. O projeto foi elaborado e produzido em três anos (2003-2006) com vistas ao desenvolvimento do equipamento até a fase comercial.

A implantação do novo modelo foi feita em áreas agressivas e normais para comparação de resultados. Após a avaliação negativa dos espaçadores existentes no mercado, tornou-se necessário desenvolver um espaçador que fosse aprovado. Para isso, foi convidada a empresa Produtos de Linha Pré-formados (PLP) para fabricação dos protótipos, após análise de todos os modelos idealizados.

Simultaneamente, foram feitos ensaios mecânicos e dielétricos para avaliar o desenho dos espaçadores fabricados pela PLP a fim de verificar se havia necessidade de alterar o desenho dos equipamentos. Os resultados obtidos sugeriram pequenas alterações no desenho inicial, postas em prática pela PLP.

Os primeiros protótipos tiveram ótimo desempenho, mas não eram viáveis comercialmente. Os pesquisadores partiram, então, para a mistura de componentes para obtenção um composto comercialmente viável que atendesse às solicitações e que pudesse, ao mesmo tempo, ser instalado em regiões com elevada salinidade e temperatura.

Finalmente, conseguiu-se o composto ideal e os protótipos foram instalados na rede da Light e submetidos a ensaios dielétricos no laboratório do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL), da Eletrobrás, com o dobro da exigência de tempo solicitada na norma da Associação Brasileira das Distribuidoras de Energia Elétrica (ABRADEE).

Redução de custos – O desenvolvimento do projeto traz benefícios para as concessionárias e para a sociedade. Para as distribuidoras, espera-se a redução de custos operacionais. Para a sociedade, a expectativa é de aumento da qualidade na prestação do serviço de energia, com melhores índices de continuidade.

Para o meio ambiente, a vantagem do novo espaçador polimérico é minimizar podas em árvores em função da compactação geométrica dos cabos. Finalmente, a produção do novo equipamento com material de vida útil prolongada leva à redução do volume de matéria-prima e

do descarte de peças danificadas, com redução do impacto ambiental.

A fase de industrialização do equipamento, ora em curso, contribuirá para apuração dos custos com a produção em escala. Entretanto, o espaçador desenvolvido reduzirá a troca de materiais danificados e o nível de manutenções na rede de distribuição, o que diminuirá a quantidade de interrupções no sistema elétrico.

O desenvolvimento do projeto chegou à fase de aplicação industrial e comercial e atingiu a potencialidade máxima sem necessidade de dobramentos. A empresa avalia agora a possibilidade de nova pesquisa sobre a compatibilidade dielétrica entre polímeros e a interação destes que, por razão de montagem, ficam em contato permanente na rede elétrica.



Novo modelo de espaçador: expectativa na redução de custos operacionais



Blindagem Verde

Mais proteção aos locais próximos às linhas de transmissão

A blindagem verde é uma alternativa eficiente de manutenção da faixa de passagem de linhas de transmissão em áreas complexas ou de risco de incêndio caracterizadas pela impossibilidade de mecanização e de uso agrícola e pela existência de cabos próximos ao solo, que evitam interrupções ou danos decorrentes de queimadas. A técnica também evita a intervenção periódica para fazer roçadas pela substituição das espécies de capim alto e desenvolvimento agressivo (alto risco de incêndio) por plantas de cobertura de porte baixo (adubos verdes) que não oferecem riscos de incêndio.

Com esse objetivo, a Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista (CTEEP) desenvolveu um projeto que culminou numa técnica de manutenção da faixa de passagem de linhas de transmissão denominada "Blindagem Verde". Por meio dela, substituem-se espécies de gramíneas de porte alto, características de áreas sem aptidão agrícola sob linhas de transmissão, por uma cobertura de adubos verdes, o que contribui para reduzir os custos de roçada e o risco de incêndio, principalmente no inverno.

A manutenção tradicional destas áreas é feita por roçadas anuais no final da época chuvosa, realizadas manualmente. A capina anual favorece a fixação das espécies de capim que, com o tempo, ganham vigor. A roçada provoca ainda a derrubada de grande quantidade de sementes, que vão originar novas mudas e fortalecer o banco de sementes no solo. Além disto, favorece a brotação lateral do capim, o que aumenta o tamanho da touceira. A decomposição da parte aérea roçada libera nutrientes e favorece ainda mais o desenvolvimento das plantas no ciclo seguinte.

Com o tempo, a dificuldade de manutenção aumenta e sua qualidade diminui. As touceiras brotam rapidamente e recompõem a parte aérea de forma veloz. Assim, mesmo tendo sido roçada na época correta, a área poderá ter grande quantidade de material combustível no período do inverno, o que aumenta o risco de acidentes devido ao fogo.

A técnica da blindagem verde visa à eliminação da intervenção periódica por roçadas pela substituição dessas espécies de capim, de desenvolvimento agressivo, por diversas plantas de

cobertura de porte baixo, como leguminosas e adubos verdes. É indicada para áreas nas quais os cabos estejam próximos ao solo e casos em que exista o risco de interrupção de transmissão ou danos em instalações no caso de incêndio na vegetação da faixa de passagem das linhas.

Desenvolvimento - Durante um ano e nove meses realizaram-se experimentos e testes operacionais com a blindagem verde. Um dos testes de campo foi feito próximo à subestação da CTEEP em Santa Bárbara D'Oeste (SP), enquanto outros foram aplicados nas proximidades de Paulínia e na frente da subestação de Santa Bárbara D'Oeste.

Os experimentos, instalados entre 2004 e 2006, serviram para testar diversas formas de aplicação dessa blindagem. Dentre elas destacam-se três: a roçada do capim e plantio direto da vegetação de cobertura; a capina do capim, enlaçamento da palha e plantio das plantas de cobertura entre leiras; a roçada do capim, aplicação de herbicida dessecante (glifosate) e plantio direto da vegetação de cobertura; e a roçada do capim, aplicação de herbicida, enlaçamento da palha e plantio da vegetação de cobertura entre leiras.

Como resultado direto do experimento, o modelo da roçada do capim, aplicação de herbicida dessecante e plantio direto das plantas de cobertura mostrou a melhor relação entre eficiência e economia. A implantação da blindagem verde sem aplicação de herbicida dessecante não se mostrou viável do ponto de vista operacional. Os resultados dos testes operacionais mostraram que o sucesso desta técnica no controle do desenvolvimento do capim foi efetivo.

Observou-se ainda que a tendência dessa técnica é a perenização, ou seja, uma vez implantada, o efeito deve ter duração de vários anos devido à ressemeadura natural dos adubos verdes e à criação de grande banco de sementes nas áreas, além do gradativo enfraquecimento das touceiras de capim que não conseguem mais desenvolver a parte aérea com eficiência.

Economia - Com isto, a blindagem verde deve garantir um resultado econômico melhor quando comparado com a prática anual de roçada, além do aumento na segurança da manutenção, uma vez que o risco de fogo é eliminado por não haver material combustível para queimar. Ao se considerar o custo de R\$ 0,18 por m² da blindagem verde implantada, após quatro anos sem a manutenção tradicional por roçada, o volume de recurso financeiro gasto seria menor. Ou seja, a nova técnica tem custo de implantação inferior a quatro anos de manutenção convencional.

A perspectiva é de que os efeitos sejam eficientes para evitar roçadas por um tempo maior do que quatro anos. O custo de implantação da blindagem verde poderá ser reduzido ainda mais com a incorporação de práticas e técnicas mais eficientes de aplicação de herbicidas e uma composição mais adequada de sementes de plantio. Estes fatores também irão contribuir para maior eficiência econômica na comparação com o número de anos entre as roçadas. Para aprimoramento da blindagem verde são ainda necessários estudos sobre sua ampliação geográfica, adaptabilidade a maior diversidade de situações, longevidade e redução de custo.



Fotos: Acervo CTEEP

À esquerda, capim dessecado após aplicação de herbicida;

Ao centro, brotação dos adubos verdes 40 dias após plantio;

À direita, cobertura de adubos verdes 90 dias após plantio

Sistema permite aferir rentabilidade de gerador no Sistema Interligado

Resultados também subsidiam decisões sobre novos empreendimentos



O Sistema Integrado de Planejamento e Comercialização de Energia foi idealizado no âmbito do projeto “Estratégias de Planejamento Empresarial sob Incerteza”, criado para atender às necessidades da Copel Geração S/A. Trata-se de uma ferramenta analítica e computacional para análise de sistemas de planejamento e comercialização de energia elétrica.

Apresenta uma metodologia para a integração de diversos modelos computacionais utilizados para o apoio da tomada de decisões com o objetivo de maximizar o retorno de investimentos de empresas do setor elétrico sob diversos patamares de risco.

Visa aferir a rentabilidade de um agente de geração que opera no mercado de energia, dentro de um sistema interligado predominantemente hidrelétrico, considerando o binômio retorno/risco.

O trabalho foi desenvolvido ao longo de três ciclos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), de 2003 a 2006. Os resultados gerados pelo sistema computacional integrado fornecem subsídios ao processo de tomada de decisão, por exemplo, para a construção de novos empreendimentos de geração de energia, a operação otimizada dos existentes e a comercialização da energia disponível de uma empresa de geração. Permite, ainda, a combinação de todas as situações mencionadas.

O resultado do projeto culminou com a geração de um Modelo do Sistema de Análise Integrada e Individualizada de Ativos de Geração (SAIL) e com o Simulador de Usina Térmica a Gás Natural (Sitergas). O SAIL tem dois módulos de análise econômico-financeira que considera cenários probabilísticos para um conjunto de fluxos de caixa de cada empreendimento de geração. Desenvolvido e implementado em Matlab, *software* destinado a fazer cálculos com matrizes, pode ser convertido ao se utilizar interface com Planilha Eletrônica Excel.

O primeiro módulo do SAIL é composto do Algoritmo do Modelo de Gestão de Risco da Geração, desenvolvido para efetuar a análise de um ativo isoladamente pela simulação do fluxo de caixa da usina (ou outro ativo equivalente), a considerar os principais parâmetros financeiros e operacionais do projeto. Como resultado, o modelo fornece o vetor de Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR) para cada cenário utilizado na análise, bem como o risco e o retorno esperados.

O segundo módulo, composto do Algoritmo do Modelo de Auxílio à Tomada de Decisão, foi desenvolvido para efetuar a análise de um conjunto de empreendimentos de geração pela abordagem de carteira de investimentos. A montagem

desta carteira pode ser utilizada na avaliação do estado financeiro dos ativos de geração do investidor e como ferramenta de análise de investimento de novos ativos inseridos na carteira atual ou na formação de uma nova carteira.

Como resultado, o modelo fornece avaliação da carteira real, em termos de risco e de retorno, e as composições possíveis dos ativos formadores da Fronteira Eficiente de Markowitz, criador das bases da Moderna Teoria dos Investimentos. Além disso, permite a escolha de composições considerando um retorno ou um risco pré-determinado

Térmicas - Além dos módulos acima, há um terceiro, independente dos demais, que é o Simulador de Térmica a Gás (Sitergas). O algoritmo do simulador foi desenvolvido em Dinâmica de Sistemas, o que permite uma melhor avaliação do custo variável de operação e detalhamento para a modelagem dos ativos de geração térmica no mercado de energia. A simulação da operação de uma usina térmica a gás inserida no sistema integrado mostrou que alguns cuidados adicionais devem ser tomados ao utilizar essa forma de geração.

Os modelos tradicionais do sistema elétrico brasileiro representam as unidades térmicas geradoras de modo que nem sempre os custos reais da operação ficam bem representados. Outro fator importante é que, muitas vezes, não se aproveitam de modo eficiente as possibilidades de sinergia entre formas distintas de geração de energia elétrica. Dessa forma, ocorre que a operação do sistema integrado poderia ser feita de maneira mais econômica do que a existente.

Os resultados das simulações mostram que os contratos de fornecimento de gás podem criar situações de grande relevância operativa que atualmente não são contempladas nos modelos de simulação vigentes. Os benefícios, além de econômicos, podem ser estendidos para o plano da sustentabilidade ambiental.

Os resultados gerados pelo sistema computacional integrado fornecem subsídios ao processo de tomada de decisão, por exemplo, para a construção de novos empreendimentos de geração de energia, a operação otimizada dos existentes e a comercialização da energia disponível de uma empresa de geração. Permite, ainda, a combinação de todas as situações mencionadas.



SOFTWARE PODE RESTRINGIR EXTENSÃO DA INTERRUPÇÃO DO FORNECIMENTO

Sistema desenvolvido por empresas cooperadas vai gerar redução de custos e atendimento de melhor qualidade

O projeto cooperativo criado pela Caiuá Distribuição de Energia S/A, Companhia de Força e Luz do Oeste, Companhia Nacional de Energia Elétrica, Empresa de Distribuição de Energia Vale Paranapanema S/A e Empresa Elétrica Bragantina teve como objetivo desenvolver um *software* eficiente e amigável para analisar, projetar e simular um sistema de proteção da rede de distribuição de média tensão.

O programa automatiza a aquisição de todos os dados e os processa de forma rápida, com relatórios da situação atual e de otimização da proteção, com vistas à redução do tempo de restabelecimento. Além disso, é capaz de indicar as zonas de proteção para os tipos de curtos de cada dispositivo instalado e de propor a alocação dos dispositivos mais adequados, alterações de

custos e dos índices de confiabilidade da rede e emissão dos relatórios solicitados pelos usuários.

A criação do sistema baseou-se em técnicas heurísticas e de otimização, com utilização de modelos matemáticos para alocação dos dispositivos de proteção. O objetivo é melhorar a proteção, os índices de confiabilidade e otimização da relação custo/benefício dos dispositivos empregados. Os circuitos usados nos estudos, durante oito meses, estão localizados em Catanduva (SP), Assis (SP) e Presidente Prudente (SP), onde foi realizado o levantamento da tipologia de rede completa, dos clientes de média e baixa tensão, dos consumos e demandas e dos tipos de defeitos.

O sistema calcula todos os parâmetros de tensão e corrente de curtos-circuitos da rede de distribuição primária, com todas as contribuições

dos ramais e transformadores de distribuição, de forma rápida e precisa. Indica a Alocação Otimizada e a Coordenação de Dispositivos de Proteção em Sistemas de Distribuição de Energia com resultados em forma de gráficos e relatórios, além de contemplar as potências de curto trifásicas, monofásicas, simétricas e assimétricas e as zonas de proteção de cada elemento. Também proporciona a comparação com a tensão e com a corrente medidas na saída do alimentador indicada pelo relé de sobrecorrente. Isso permite o dimensionamento de elos fusíveis, a análise da seletividade entre eles e a comparação com a calibração dos relés dos religadores e simulações de acréscimos de cargas ou mesmo formas de solucionar os problemas encontrados.

O sistema considera as correntes de carga, a suportabilidade à corrente de todos elementos, curvas características dos dispositivos de proteção (elos x relés), filosofia da proteção e de seletividade, normas, aspectos construtivos e dados de placa dos dispositivos, conjunto de regras (para localização, escolha do tipo de curva, corrente de interrupção, históricos de defeitos transitórios e permanentes) e a cultura das áreas de operação e de proteção das distribuidoras. Inclui-se ainda uma função-objetivo para os indicadores de qualidade (DEC/FEC, DIC/FIC e DMIC). Observa, ainda, o impacto econômico, a condição do cliente especial, a confiabilidade do sistema, o planejamento da operação e a restauração da rede, com proposição de ajustes de coordenação e alocação otimizada dos elementos, tudo em total interatividade com o usuário.

Vantagens – O funcionamento do sistema restringe a interrupção à região do defeito e, conseqüentemente, atinge um número menor de clientes. Para a distribuidora, as vantagens encontram-se na alocação dos equipamentos de proteção e seletividade e na redução do tempo das equipes para localizar o defeito e dos gastos com os dispositivos de proteção, o que contribui para otimizar todo o sistema.

Na área comercial, proporciona atendimento de melhor qualidade ao cliente, enquanto na área técnica, o benefício é ter uma ferramenta que permite estudar as alterações da tipologia de rede bem como as necessidades de ampliação e melhoria do sistema. Na operação, gera agilidade na atuação das equipes de atendimento, principalmente nos momentos de interrupção do sistema por acidentes ou tempestades, quando o pronto atendimento é crucial. Também contribui para redução do tempo de interrupção do fornecimento.

O investimento no projeto é da ordem R\$ 520 mil e as cooperadas têm cerca de 300 alimentadores.

A redução média do custo dos equipamentos instalados e das equipes de manutenção gira em torno de R\$ 12 mil, o que permite projetar economia de R\$ 3,6 milhões, com relação custo-benefício de 0,14% e melhoria do índice de confiabilidade da rede de 50% em média. A expectativa é de que benefícios do estudo estendam-se a todos os alimentadores. Outro ganho veio da atualização da norma de proteção e sua efetiva adoção por todas as empresas participantes, pois o sistema se baseia nessa norma.

Futuramente, pode-se estender o sistema para que controle todas as ocorrências e até mesmo estude pontos mais problemáticos, em razão de o programa já possibilitar uma varredura completa em todos os circuitos e ramais. Entretanto, para o desenvolvimento e manutenção deste produto faz-se necessária a interação de sistemas de dados utilizados nas áreas comercial (que atualiza mensalmente os dados de faturamento) e técnica (que estuda as necessidades de melhoria do sistema) e COS (que efetivamente opera o sistema).

Simulador Proteção

Relé | Religador | Elo Fusível e Cabo

Tipo do Relé

☐ Eletromecânico
☒ Eletrônico

Curva Temporizada de Fase: 0.1
 Curva Temporizada de Terra: 0.1
 Fator Início de Curva: 2
 Relação do TC: 120
 Fator de Segurança: 2

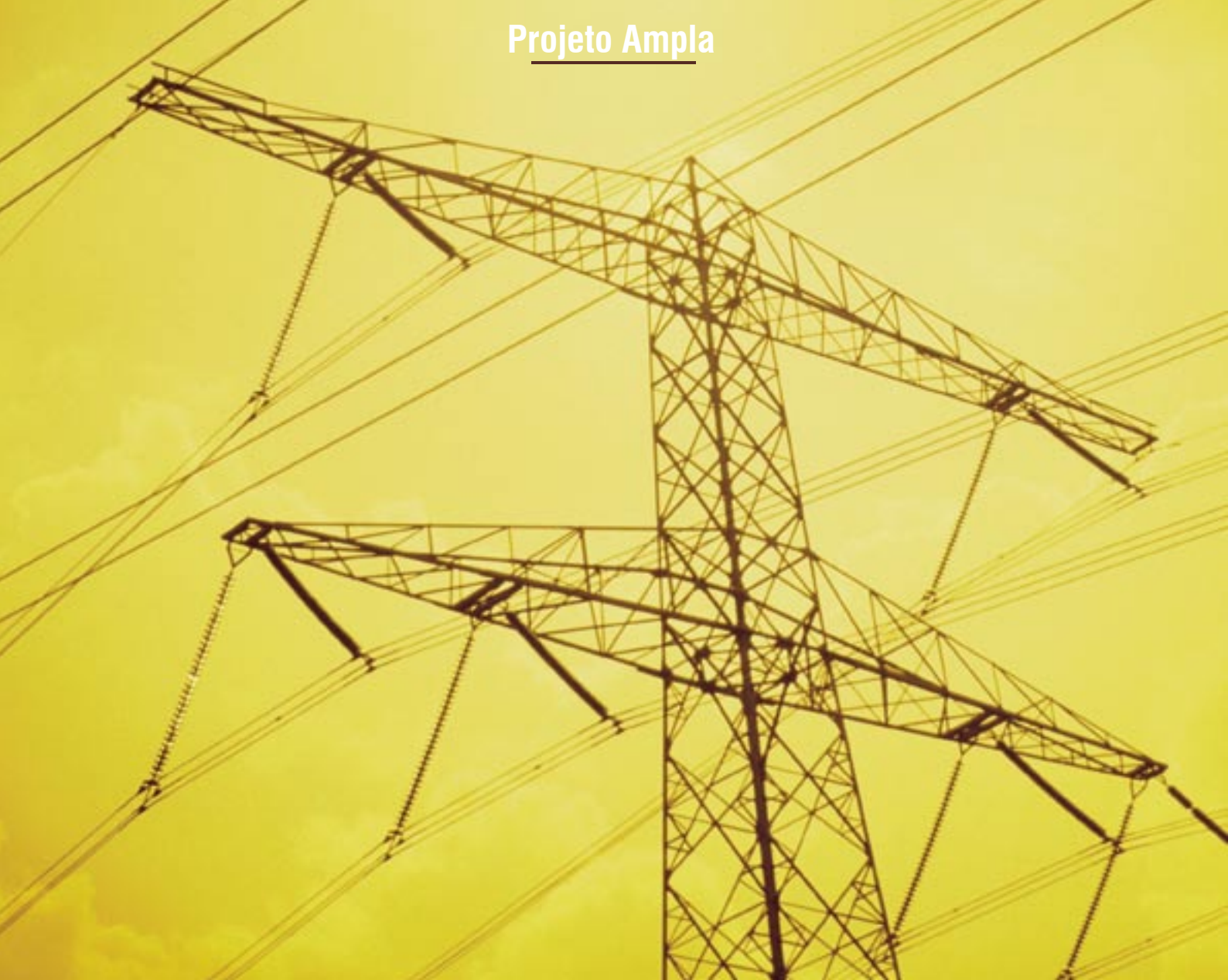
Tap Temporizado de Terra: 0.07
 Tap Instantâneo de Terra: 10.00
 Tap Temporizado de Fase: 4.00
 Tap Instantâneo de Fase: 20.00

Tipo de Curva do Relé Eletrônico

FASE	TERRA
<input checked="" type="radio"/> Normalmente Inversa	<input type="radio"/> Normalmente Inversa
<input type="radio"/> Muito Inversa	<input checked="" type="radio"/> Muito Inversa
<input type="radio"/> Extremamente Inversa	<input type="radio"/> Extremamente Inversa

Aplicar | Cancelar

Simulador de dispositivos de proteção: seleção do Relé, Religador e do Elo Fusível, resultando em Alocação otimizada dos dispositivos de proteção



MODELO REDUZIDO DE TORRE DE TRANSMISSÃO É INÉDITO NO PAÍS

Projeto aumenta confiabilidade das estruturas das empresas

O projeto “Desenvolvimento experimental de protótipos de nova família otimizada de estruturas de transmissão de energia elétrica”, da Ampla Serviços de Energia S/A, envolveu a construção e a realização de ensaios estruturais sobre um modelo reduzido de uma torre linha de transmissão pelo Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (Lactec) em Curitiba (PR).

Os resultados da pesquisa evidenciaram uma melhoria no processo interno da concessionária e indicaram o potencial de aplicação da técnica para o aumento da confiabilidade nas estruturas e linhas de transmissão das empresas de energia. O uso

da metodologia possibilita a realização de testes de carga em escala em novas estruturas ou em estruturas redimensionadas, sob um grande número de hipóteses de carregamento, cujo custo seria proibitivo em testes em escala real. Esse maior número de avaliações está diretamente associado à redução dos riscos de projeto, o que aumenta a confiabilidade no sistema de transmissão de energia.

Um aspecto derivado dessa técnica de ensaios é a facilidade no processo de otimização e verificação das estruturas. Para a concessionária, trata-se de uma ferramenta útil para estudos mais

para a definição do modelo reduzido, enquanto análises computacionais permitiram avaliar os erros verificados após a definição e fabricação do modelo.

A fabricação das peças do modelo reduzido envolveu um número de perfis e chapas superior a 950 unidades. Após a montagem da estrutura, foram realizados os ensaios com oito hipóteses de carregamento, conforme as especificações da NBR-8842/85, o que permitiu a comparação com o teste de carga realizado no protótipo. A torre de suspensão D2S1 utilizada como protótipo possui 43m de altura (cabeça e tronco comum com 22 metros e extensão e pé com 21 metros) e é formada por 14 tipos de cantoneiras de abas iguais de aço estrutural ASTM A36. O modelo reduzido construído ficou com altura de 6,69m. Os parafusos de meia polegada e os respectivos furos nas abas de 1,43 cm de diâmetro são representados no modelo reduzido com parafusos de 2mm e perfurações de 2,3 mm. As chapas de 3,2; 4,75; 6,3; 8 e 16 mm são representadas no modelo reduzido por chapas de 0,6; 0,75; 1,05; 1,2 e 2,4 mm, respectivamente.

A continuidade da pesquisa, no médio prazo, está sob avaliação da empresa. Caso se concretize, as investigações numérico-experimentais sobre um modelo reduzido poderão permitir o desenvolvimento de técnicas a serem usadas pelas equipes de manutenção para avaliação e diagnóstico da integridade das linhas de transmissão. Seria ainda direcionada ao estudo do comportamento dinâmico das linhas de transmissão.

aprofundados das estruturas de suas linhas de transmissão. Alternativamente, a opção é utilizar os modelos desenvolvidos para treinamento de pessoal durante procedimentos de manutenção e/ou construção das linhas, o que contribuiria para aumentar os níveis de segurança dos empregados.

Ineditismo - O trabalho realizado, especialmente no que diz respeito à aplicação, é pioneiro e coloca as instituições envolvidas em posição de destaque no cenário nacional. Esse desenvolvimento piloto teve por finalidade a estruturação de uma metodologia de ensaio laboratorial com modelos reduzidos que pudesse antever, a um custo menor, eventuais problemas no detalhamento das novas estruturas metálicas de transmissão projetadas ou reforçadas durante os testes de carga.

Após a seleção do projeto de uma torre para estudo piloto, as condições usuais de ensaio de testes de carga em protótipos de torres foram reproduzidas em laboratório. O estudo dimensional abordou os fatores que deveriam ser considerados



Modelo reduzido de torre de transmissão

Projeto cria nova proteção aos transformadores aéreos

Modelos mostraram viabilidade técnica e econômica

Os transformadores da rede de distribuição elétrica constituem a última etapa para a adequada alimentação das cargas de residências, comércios, iluminação pública e indústrias. São instalados normalmente em postes, quando a distribuição é aérea, ou em poços, quando o sistema é subterrâneo. Em muitos casos, a pequena capacidade de transformação adequada ao circuito secundário torna necessário o aumento da quantidade de transformadores para atender a demanda de uma região.

Os transformadores aéreos estão instalados normalmente a um nível pouco abaixo do circuito primário de alimentação e, por isso, estão sujeitos a descargas (surtos) atmosféricas incidentes na rede e a sobretensões de frequência industrial originadas por curtos-circuitos ou manobras na rede. Normalmente, os transformadores são protegidos contra surtos atmosféricos por meio de pára-raios e possuem também chaves fusíveis para proteção contra sobrecorrentes ou curtos-circuitos.

Os pára-raios apresentam boa proteção, porém, nos estudos estatísticos têm apresentado elevadas taxas de falha, com danos irreversíveis aos transformadores, o que provoca aumento de custos, com prejuízo à qualidade do fornecimento da energia elétrica. Os elos fusíveis de proteção contra sobrecorrente ou curto-circuito atuam corretamente quando bem coordenados, mas ocasionam interrupções indesejáveis. Por outro lado, os transformadores autoprotegidos por disjuntores internos têm alto custo.

Para solucionar esses problemas, partiu-se para um projeto de especificação e construção de um protótipo de um novo dispositivo de proteção ao transformador contra sobretensão, com menor risco de falha, custo reduzido e com mecanismos de proteção contra sobrecorrentes que diminuam o tempo de interrupção de energia. Com esse objetivo, foram pesquisados, propostos, definidos, avaliados e testados novos transformadores de distribuição para elevação da classe térmica a 85°C.

Após identificação dos projetos de transformadores de maior viabilidade técnico-econômica, a alternativa definida foi avaliada por meio do desenvolvimento de protótipos de transformadores

de distribuição. Estes foram testados e ensaiados em laboratório de alta tensão para determinação do dimensionamento e para avaliação do desempenho da proteção intrínseca e da performance térmica a 135°C nominais (40°C ambiente + 85°C sobre a ambiente + 10°C acima da média dos enrolamentos).

Foram criados três protótipos distintos de transformadores autoprotegidos, com utilização de óleo isolante vegetal, nas configurações de disjuntor no lado AT, disjuntor no lado BT e com disjuntor lado BT externo. Foram ainda produzidos quatro protótipos submetidos a ensaios de laboratório de Alta Tensão e Altas Correntes, ensaios de rotina junto ao fabricante e ensaios de curto-circuito, seletividade e defeito interno no laboratório da IEE-USP. Todos eles foram desenvolvidos utilizando óleo natural como meio isolante e com possibilidade de operação até 85°C.

Ao final do projeto foram construídos e instalados na rede de distribuição da concessionária dois protótipos do tipo 1 e dois protótipos do tipo 2 para avaliação do desempenho em campo, cujas patentes foram requeridas junto ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI). Além dos ensaios em laboratório de alta tensão, foi realizada avaliação de desempenho dos protótipos de transformadores em condições reais na rede de distribuição da Light. Também foi feito o levantamento dos novos custos de instalação destes transformadores, com a eliminação das chaves fusíveis, dos pára-raios e de suas cruzetas de fixação. O atual estágio de desenvolvimento dos dois modelos levou a empresa a concluir que é possível dar prosseguimento ao projeto com eleição do protótipo do tipo 1 para cabeça de série.

Benefícios - A tendência tecnológica à compactação de equipamentos aliada ao aumento do desempenho pode e foi aplicada ao projeto. Uma das vantagens é dispor, no ambiente das redes de distribuição, de transformadores de menor impacto visual, com melhor qualidade do fornecimento de energia elétrica. Outra vantagem é obter menores custos de ancoragem dos transformadores nos postes, em consequência da compactação, maior vida útil do equipamento e da redução de falhas e de custos de manutenção.



Transformador com a nova tecnologia que reduz risco de falha, custo e com mecanismos de proteção contra sobrecorrentes que diminuem o tempo de interrupção de energia

Acevo Light



Sistema de baixo custo para medição de correntes em peças de grande volume desenvolvido pelos alunos de Iniciação Científica do GRUCAD

Novas técnicas garantem funcionamento apropriado de transformadores

Alunos de engenharia envolvidos no projeto foram premiados nos Estados Unidos

O projeto “Estudo de correntes induzidas na carcaça de transformadores de potência” foi desenvolvido no período de julho de 2002 a junho de 2003 em usinas hidrelétricas da Tractebel Energia S/A, com maior grau de esforços na Usina Hidrelétrica de Salto Osório (UHSO), no Paraná. O objetivo foi desenvolver novas técnicas de operação de transformadores para minimizar problemas detectados. Para isso, foram envolvidos o Grupo de Concepção e Análise de Dispositivos Eletromagnéticos (Grucad) da UFSC e o Grupo de Pesquisas em Eficiência Energética (Gerac) do CEFET-SC/SJ.

A motivação para o projeto partiu da constatação de que em alguns transformadores de potência das usinas existiam correntes elétricas de amplitudes significativas que fluíam por meio do cabo de aterramento da carcaça. Esse fato gerava preocupação em técnicos da empresa, uma vez que esta corrente não deveria estar presente em condições normais de operação. Havia ainda um transformador da usina onde a corrente circu-

lava com intensidade de até 200 ampères (A) no cabo de aterramento do equipamento, algo considerado bastante anormal pela equipe técnica. Não há razão aparente para a existência dessa corrente, bem como para explicar outras correntes em menor grau de intensidade nos outros transformadores.

Partiu-se, então, para análise da estrutura de transformadores de potência com intuito de conhecer adequadamente seu funcionamento, cujos princípios são de conhecimento geral, e, sobretudo, os aspectos particulares que permitiriam identificar a origem do problema. Foram ainda iniciados cálculos analíticos e numéricos de distribuição de campos magnéticos que possibilitariam obter, de forma qualitativa e quantitativa, o comportamento das correntes induzidas na carcaça. Também seria necessário determinar a causa de possíveis desequilíbrios de correntes induzidas e, por fim, apresentar soluções cuja eficácia seria verificada por meio de cálculos analíticos e de simulações numéricas.

Suspeitava-se que a corrente que fluía no cabo do aterramento era originada por correntes induzidas na carcaça do transformador devido aos campos internos produzidos pelos enrolamentos de baixa tensão (BT). Porém, campos magnéticos criados por elementos externos ao transformador poderiam também ser geradores dessas correntes. Para testar estas hipóteses, foram feitos cálculos numéricos em 3D pelo programa FE-ECAD, desenvolvido no Grucad. Por meio dessas simulações, concluiu-se que os campos gerados exclusivamente pelos enrolamentos trifásicos não poderiam ser a origem destas correntes.

No entanto, constatou-se que a espessura dos dutos de alumínio que blindam os cabos da saída do gerador é menor que a profundidade onde estão localizados e não atenua todo o campo. Desta forma, correntes poderiam ser criadas pelo fluxo externo. Isto explicava em parte a razão pela qual alguns transformadores apresentavam correntes no seu cabo de aterramento. Entretanto, em um dos transformadores, tal corrente apresentava níveis além dos calculados e estimados.

Buscou-se a identificação o caminho de retorno da corrente que passava pelo cabo de aterramento. Sabia-se que, além deste, as rodas que sustentam o transformador deveriam ser o único ponto de contato entre a carcaça e a malha de terra da usina. Obviamente, não seria viável erguer o transformador para acrescentar amperímetros ou transformadores de corrente. Outra questão seria como medir a corrente no duto de blindagem, uma vez que ela é distribuída no alumínio, sem restar pontos para se efetuar medições com a introdução de medidores convencionais.

Desenvolvimento - Motivados pelo projeto, alunos de Iniciação Científica do Grucad desenvolveram um sistema de baixo custo para medição de correntes em peças de grande volume. O sistema utiliza como transdutor bobinas de Rogowski (bobinas toroidais construídas sobre um núcleo de material não-magnético), amplificadores diferenciais de alta precisão e instrumentos virtuais implementados no *software* LabView. Pelo desenvolvimento deste protótipo, os alunos receberam em 2006, nos Estados Unidos, o prêmio *Myron Zucker Student Design Contest* oferecido anualmente pelo Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos (IEEE/IAS). A premiação é uma competição mundial para estudantes de graduação do curso de engenharia elétrica que desenvolvem projetos inovadores na área de aplicações industriais.

Com esse sistema mediram-se as correntes nas quatro rodas de apoio do transformador e no seu cabo de aterramento. Em um ponto de ope-

ração do transformador, além do cabo de terra com corrente de 170A de pico, somente em uma das rodas circulava uma corrente significativa de 30A de pico. Este resultado mostrou-se contrário às expectativas, pois era esperado que a corrente que fluía pelo cabo de terra circulasse em um circuito fechado composto pelas rodas do transformador e a malha de terra. Assim, buscaram-se outros contatos da carcaça do transformador que pudessem formar um circuito elétrico com o cabo de aterramento.

Descobriu-se um contato físico entre os dutos de proteção dos condutores de baixa tensão com a carcaça do transformador, provavelmente ocasionada durante uma manutenção de rotina. Mediram-se as correntes “líquidas” na blindagem dos dutos de baixa tensão com as bobinas de Rogowski posicionadas na base das blindagens. Desta medição observou-se que o somatório das correntes “líquidas” das blindagens das três fases era praticamente a corrente de aterramento do cabo da carcaça do transformador. Após a desconexão do contato elétrico, a corrente no cabo de aterramento passou a ter amplitudes abaixo de 5A.



Medição de correntes nas quatro rodas de apoio do transformador (acima) e das correntes “líquidas” na blindagem dos dutos de baixa tensão com as bobinas de Rogowski posicionadas na base das blindagens (abaixo)

Harmonia entre meio ambiente e rede de distribuição

Alternativa como a poda apropriada de árvores reduz riscos do sistema



As interrupções de energia elétrica causadas por queda de árvores são frequentes em dias de chuva e ventos na cidade de São Paulo. As distribuidoras procuram evitar os desligamentos com a poda preventiva. Ainda assim, a suspensão do fornecimento continua a ocorrer, com prejuízos às empresas e à população. Com o aumento da conscientização sobre a importância da arborização nas cidades e a intensificação da atuação dos órgãos ambientais, organizações não-governamentais, instituições e empresas, cresceram também os conflitos acerca da preservação da vegetação versus a necessidade de evitar interferências na rede de distribuição.

Diante da importância do manejo responsável da arborização urbana para manutenção da rede de distribuição de energia elétrica, a Eletropaulo

partiu para busca de alternativas para atuar de forma preventiva e melhorar a qualidade do manejo das árvores. A empresa decidiu fazer um “Diagnóstico das Interferências de Árvores na Rede de Distribuição” para propor técnicas de manejo da vegetação a fim de reduzir os desligamentos. Objetivou, ainda, apresentar a metodologia aplicada para gerenciamento do processo de arborização e, assim, tornar compatível a convivência entre árvores e rede elétrica, com o menor grau de conflitos possível. Iniciativas como treinamentos para servidores de prefeituras, funcionários e contratados foram contempladas.

A base para o trabalho foi a avaliação do risco gerados pelas árvores próximas a sete circuitos elétricos nos quais a incidência de desligamentos é alta e a análise de acidentes com árvores que

provocaram desligamentos, denominadas perícias de acidentes. Para realizar a análise utilizou-se a metodologia de Avaliação Visual de Risco (AVR), entre o segundo semestre de 2005 e primeiro semestre de 2006. Os circuitos selecionados passam por bairros arborizados da cidade, como Santo Amaro, Brooklin, Alto de Pinheiros, Vila Clementino, Moema, Barra Funda e Paraíso.

Durante o trabalho, detectou-se uma grande variedade de espécies arbóreas com possibilidade de interferir na rede, com destaque para as palmeiras. Como resultados, o projeto gerou uma metodologia para avaliação de árvores que apresentam risco para a perícia das espécies locais, para a caracterização da vegetação dos circuitos elétricos mais críticos por interferência de árvores, com a identificação das principais espécies e riscos, e para o desenvolvimento de um programa de avaliação das árvores por meio de “pocket” (computador de bolso). Além disso, houve adaptação do Sistema de Informação Geográfica (GIS) para armazenamento das informações. Finalmente, foram ministrados cursos sobre técnicas adequadas de poda para 250 servidores públicos e da empresa. Também houve a prática da poda direcional.

Preservação - Além de trazer benefícios vitais para a população e de contribuir para a beleza natural da cidade, as árvores ajudam a reduzir a poluição, criam barreira para ruídos, auxiliam no combate às enchentes e abrigam diversas espécies de aves, além do conforto térmico proporcionado por suas sombras. Esses motivos já seriam, por si só, suficientes para justificar a preservação da vegetação. Ciente desta responsabilidade e

engajada na questão ambiental a, AES Eletropaulo investiu em soluções inovadoras.

O diagnóstico da vegetação dos circuitos foi realizado com uso da tecnologia de computadores de bolso, com programas específicos para cadastro das informações e inserção dos dados no Sistema de Informação Geográfica da empresa. Foram registradas 10 mil árvores e o cadastro está em fase de elaboração pela empresa. Mais de 80 espécies arbóreas foram identificadas como passíveis de causar danos à rede, dentre elas a sibipiruna, com 9 % das árvores registradas, e às palmeiras, com 11,5 % do total.

Dentre os muitos fatores de risco avaliados, variáveis da copa podem ser destacadas por responderem mais diretamente pelas causas das interferências. A prática da poda correta pode reduzir o risco a zero, procedimento também válido para o caso das lesões de casca. Por outro lado, a correção de forquilhas ou podas de rebaixamento pode implicar na remoção de árvores.

Os impactos positivos evidentes ocorrerão no longo prazo, como fruto da gestão da arborização, da contínua execução do manejo com técnicas adequadas e da conscientização da população e das prefeituras para o plantio de espécies mais apropriadas para a proximidade da rede de distribuição. Até o momento foi possível identificar melhoria do relacionamento com as entidades ligadas ao meio ambiente, redução das interrupções nas áreas-piloto, oportunidades de aprimoramento da gestão interna do processo e um trabalho de manutenção da rede de distribuição de energia elétrica menos impactante do ponto de vista ambiental e visual.



À esquerda, aplicação da técnica da poda direcional;

À direita, curso de poda escalada.

Fotos: Acervo AES Eletropaulo



Ferramenta aumenta segurança na análise de desligamento de linhas

Informações em tempo real subsidiam ações para reduzir impactos de descargas elétricas

O projeto de “Utilização de dados de descargas elétricas atmosféricas para otimização do projeto, operação e manutenção do sistema elétrico (extensão)” teve início em novembro de 2004 com duração de um ano, como parte do Ciclo 2002/2003 do programa de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). A proposta foi dar continuidade ao desenvolvimento de novas ferramentas computacionais para utilização no monitoramento e análise de dados de descarga atmosférica, a partir de ferramentas criadas anteriormente. Planejou-se o desenvolvimento de diversos aplicativos computacionais, entre eles um Sistema de Apoio a Análise de Desligamentos (SAAD).

O SAAD teve como meta gerar informações em tempo real e em base histórica a respeito dos desligamentos permanentes das linhas de transmissão da empresa com a ocorrência de descargas atmosféricas. Tais informações serão utilizadas para subsidiar ações que permitam minimizar os impactos no sistema de Furnas, com 19 mil quilômetros de linhas em áreas caracterizadas pela grande incidência de descargas.

Como objetivos específicos foram realizados os programas de análise de dados históricos de descargas e de previsão de ocorrência de raios. Também foram realizadas melhorias no programa de visualização de raios em tempo real existente. Deu-se ainda continuidade ao reprocessamento da base de dados de Furnas e implantação de um novo servidor de dados de descargas na empresa.

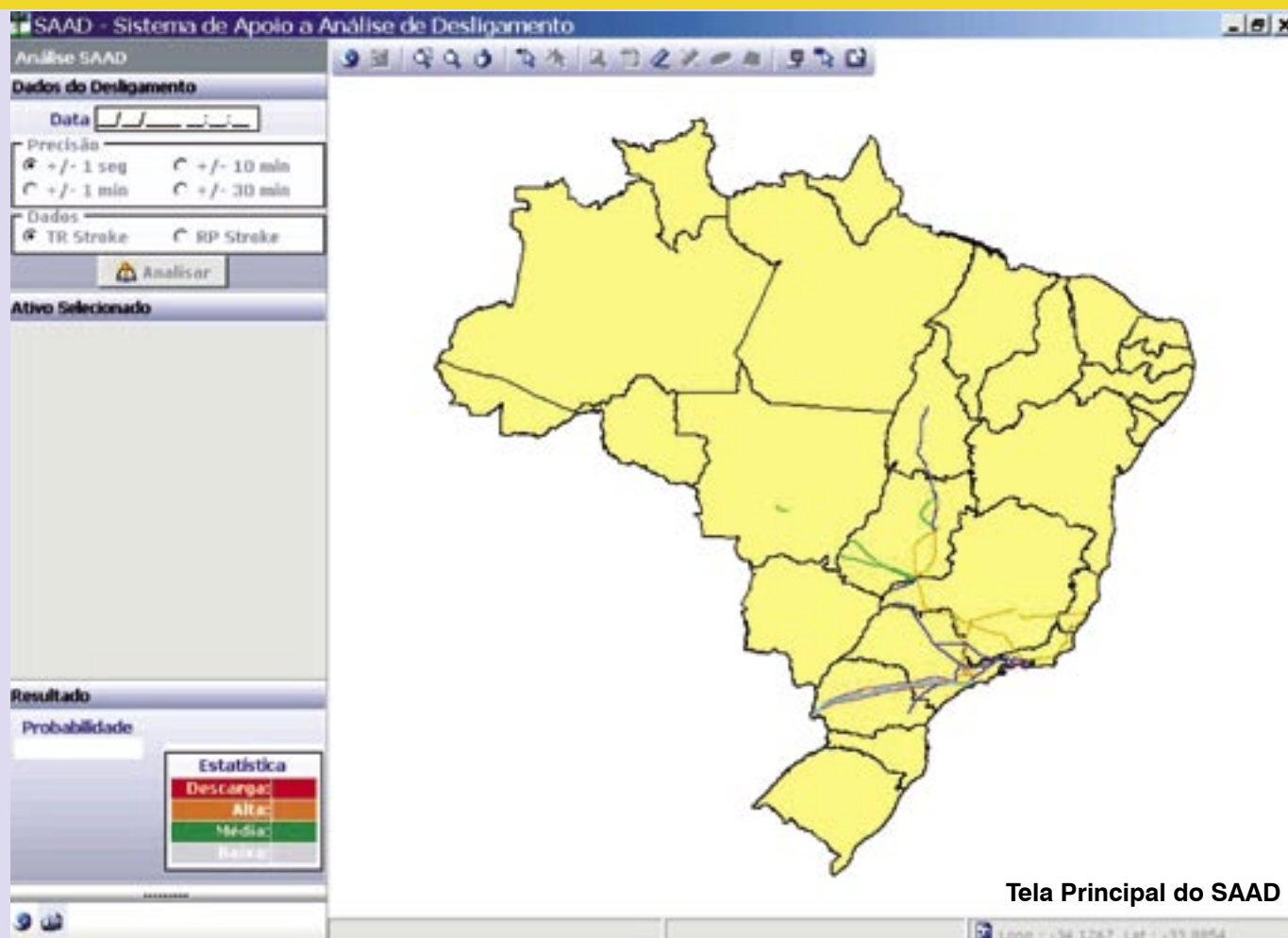
O trabalho contou com o *know-how* das equipes da própria empresa e do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) nas áreas de pesquisas sobre descargas atmosféricas no setor elétrico e com a existência da Rede Integrada Nacional de Detecção de Descargas Atmosféricas (RINDAT) e do Sistema Geo-referenciado de Informações (GISFURNAS). Do ponto de vista teórico e metodológico, o projeto contou com a experiência dos pesquisadores do Grupo de Eletricidade Atmosférica do INPE, considerado um dos principais centros de excelência no mundo na área de descargas atmosféricas.

Resultados - Com base nas informações disponíveis atualmente, a maior parte dos desligamentos deve-se a descargas atmosféricas, o que acarreta diversos tipos de prejuízos à empresa, como constante necessidade de reparos na rede, perdas de faturamento, multas e prejuízo à imagem institucional. Apesar de difícil mensuração, a comunidade científica mundial estima que as perdas para empresas do setor elétrico, em regiões com densidades de descargas atmosféricas similares a de Furnas, seja da ordem de 1% do valor do faturamento. Com base nesta estimativa, a perda de receita de FURNAS teria sido da ordem de R\$ 3 milhões em 2006.

Por outro lado, dados obtidos nos Estados Unidos pelo *Electric Power Research Institute* (EPRI) sugerem que um sistema preciso de avaliação de descargas atmosféricas, como o sistema desenvolvido no projeto, pode, em princípio, permitir uma redução destes prejuízos em 10%.

Além disso, as novas linhas de transmissão de Furnas encontram-se sujeitas à aplicação de penalidade por aplicação da parcela variável, o que poderá se estender para todas as outras linhas em operação. A título de exemplo, considere-se a linha Ibiúna-Bateias, no ano de 2006, cuja hora do desligamento não-programado aproximou-se de R\$ 780 mil.

Atualmente o sistema SAAD tem sido utilizado pelas áreas de engenharia e operação. Os dados acima mostram claramente a importância do sistema desenvolvido, ao mesmo tempo em que evidenciam claramente o retorno financeiro do projeto para a empresa. A utilização do SAAD também tem apontado para novas necessidades operacionais que vão ampliar sua aplicabilidade e potencialidade e indicar a necessidade do desenvolvimento de novos projetos de pesquisa de desenvolvimento.





Transformador de 145 kV revitalizado é inédito no mundo

Técnica permite extensão da vida útil do equipamento de 50 para 400 anos

Motivado pela necessidade de repotenciar transformadores com mais de 22 anos de funcionamento, o projeto “Revitalização de transformadores de potência” da Cemig Distribuição S/A (Cemig D) resultou na criação do primeiro equipamento deste tipo no mundo na classe de 145 kV totalmente isolado e refrigerado a óleo isolante vegetal. O transformador foi instalado na subestação Cidade Industrial, na cidade de Contagem (MG). Sem registro de anormalidades, é monitorado ininterruptamente e tem suportado a operação em regime nominal e em sobrecarga.

O transformador escolhido para protótipo tinha potência inicial de 15 megavolt-ampère (MVA), 138/13,8 quilovolt (kV). Com a repotenciação, a

potência nominal subiu para 25MVA. O equipamento, em operação há mais de um ano, tem demonstrado excelente desempenho. As características proporcionadas pelo emprego das novas tecnologias possibilitam a operação do equipamento submetido a uma sobrecarga de 37,5MVA durante seis horas e de 42,5MVA por quatro horas consecutivas, sem perda de vida útil. Entre as numerosas vantagens obtidas nas condições de operação e manutenção pode-se citar a extensão da vida útil do transformador de 50 para até 400 anos, dado estimado por simulações de envelhecimento acelerado nos laboratórios da ABB e da Du Pont. Verifica-se ainda o aumento da confiabilidade do equipamento.

As características singulares do transformador repotenciado com isolamento híbrido e óleo vegetal garantem um enorme custo/benefício em relação à aquisição de uma nova unidade tradicional. A maior confiabilidade proporciona redução de despesas com manutenção e um menor número de desligamentos, além de garantir a comercialização ininterrupta da energia. O aumento da vida útil resulta em uma operação prolongada do transformador e elimina os custos de compra de um novo equipamento. Além disso, a possibilidade de sobrecarga, com reserva de potência de até 70%, é extremamente importante e estratégica para suprir demandas em horários de ponta, bem como em situações emergenciais.

Os benefícios de segurança são também significativos. Os altos pontos de fulgor e combustão, de 330°C e 360°C, respectivamente, caracterizam o óleo vegetal como um fluido resistente ao fogo, o que reduz drasticamente os riscos de incêndio. Pela perspectiva ambiental, a origem agrícola faz do insumo um recurso renovável, com alta taxa de biodegradabilidade e sem prejuízo ao meio ambiente. Isso elimina a preocupação de contaminação em caso de vazamento.

Viabilidade – A técnica de repotenciação que utiliza isolamento híbrido e óleo vegetal apresentou-se como uma alternativa altamente viável nos mais diversos campos. Em razão da idade do parque de transformadores da CEMIG D, o projeto tem possibilidade de expansão para se tornar uma prática recorrente.

Duas novas unidades de transformador a óleo vegetal foram energizadas nas subestações de Itabirito (MG) e de Divinópolis (MG). Diante dos benefícios oferecidos pelo emprego desta tecnologia, a empresa pretende expandir o seu campo de aplicação a diversos outros dispositivos. Atualmente existem transformadores de corrente a óleo vegetal em vias de instalação e um projeto em construção de uma subestação móvel de 138/69/13,8KV.

Retorno - No decorrer dos estudos de viabilidade econômica que antecederam à revitalização, observou-se que a repotenciação geraria um retorno de investimento consideravelmente maior. Após o estudo das tecnologias passíveis de aplicação ao equipamento, optou-se pelo sistema de isolamento sólido híbrido utilizando NOMEX®, da fabricante Du Pont, e o sistema de isolamento e refrigeração líquida baseado no óleo vegetal BIOTEMP®, da ABB. O emprego desse óleo foi estendido a todas as partes do transformador: tanque principal, comutador de derivação sob carga e buchas de alta tensão.

A combinação destas tecnologias possibilita uma maior elevação térmica do equipamento e garante que ele trabalhe a temperaturas superiores sem perda de vida útil. Promove ainda maior disponibilidade do transformador e aumento da confiabilidade do sistema elétrico, o que ocasiona menor número de desligamentos não-programados.


Os aspectos mencionados só foram possíveis pelo uso do papel NOMEX® como isolante sólido dos componentes internos fundamentais. Esse tipo de dielétrico é caracterizado pela alta estabilidade térmica, consequência das fortes ligações químicas presentes em suas moléculas, além de oferecer maior resistência mecânica quando submetido a forças de compressão.

Adicionalmente, o preenchimento de todo o transformador com óleo isolante vegetal teve fundamental importância. “O óleo vegetal possui ótimas propriedades dielétricas, alta estabilidade térmica e pontos de fulgor e combustão muito superiores ao óleo mineral. Além disso, é derivado de recursos naturais e renováveis, essencialmente não-tóxico, sendo 97% biodegradável em apenas 21 dias”, explica Alvaro Jorge A. Lopes Martins, engenheiro de manutenção e gerente do projeto pela Cemig D.

Fotos: Acervo Cemig

Transformador revitalizado





Sistema integra processo de segurança de barragens e usinas hidrelétricas

Programa permite redução de tempo e melhoria de qualidade da manutenção

O Sistema Inteligente de Controle e Segurança de Barragens (Inspetor) foi desenvolvido pela Cemig com objetivo de integrar todas as etapas que compõem os procedimentos de segurança e manutenção das 58 barragens mantidas pela empresa. A incorporação das informações geradas nas fases de inspeções em campo, coleta e análise de dados de instrumentação, planejamento e acompanhamento de serviços de manutenção, análise dos resultados e classificação das estruturas civis acaba por permitir a simplificação do trabalho, realizado com mais eficiência e dinamismo.

O Inspetor uniformizou e simplificou o acesso aos dados, que passou a ser feito por meio da “web”, com otimização do tempo de execução e melhoria da qualidade dos serviços prestados pela equipe de segurança e manutenção de barragens da Cemig. O sistema é resultado do desenvolvimento natural da empresa, com consolidação de procedimentos, instruções e metodologias utilizadas na segurança de barragens. O projeto foi a oportunidade de reavaliá-los, integrá-los e automatizá-los, o que facilitou a etapa mais importante da segurança de barragens, que é a análise de engenharia com tecnologia de ponta.

Os principais benefícios da utilização do Inspetor são a facilidade de uso pelos membros das equipes de campo e o ganho de agilidade dos processos, que serão executados de forma integrada em interface única. Além disso, destaca-se o aumento da qualidade das informações tratadas pelo uso integrado de dados provenientes de diferentes bases e pela minimização de erros proporcionada pelo gerenciamento da interface dos dados a serem processados, com conseqüente redução de custos e agilidade no tratamento da informação. A automatização dos processos de captação, a organização, a análise e a divulgação de dados sistêmicos e gráficos são importantes ferramentas de gestão da manutenção. Dentre as contribuições econômicas observam-se menores custos com contratação de pessoal e redução do tempo dispensado a cada atividade devido a maior agilidade de processos.

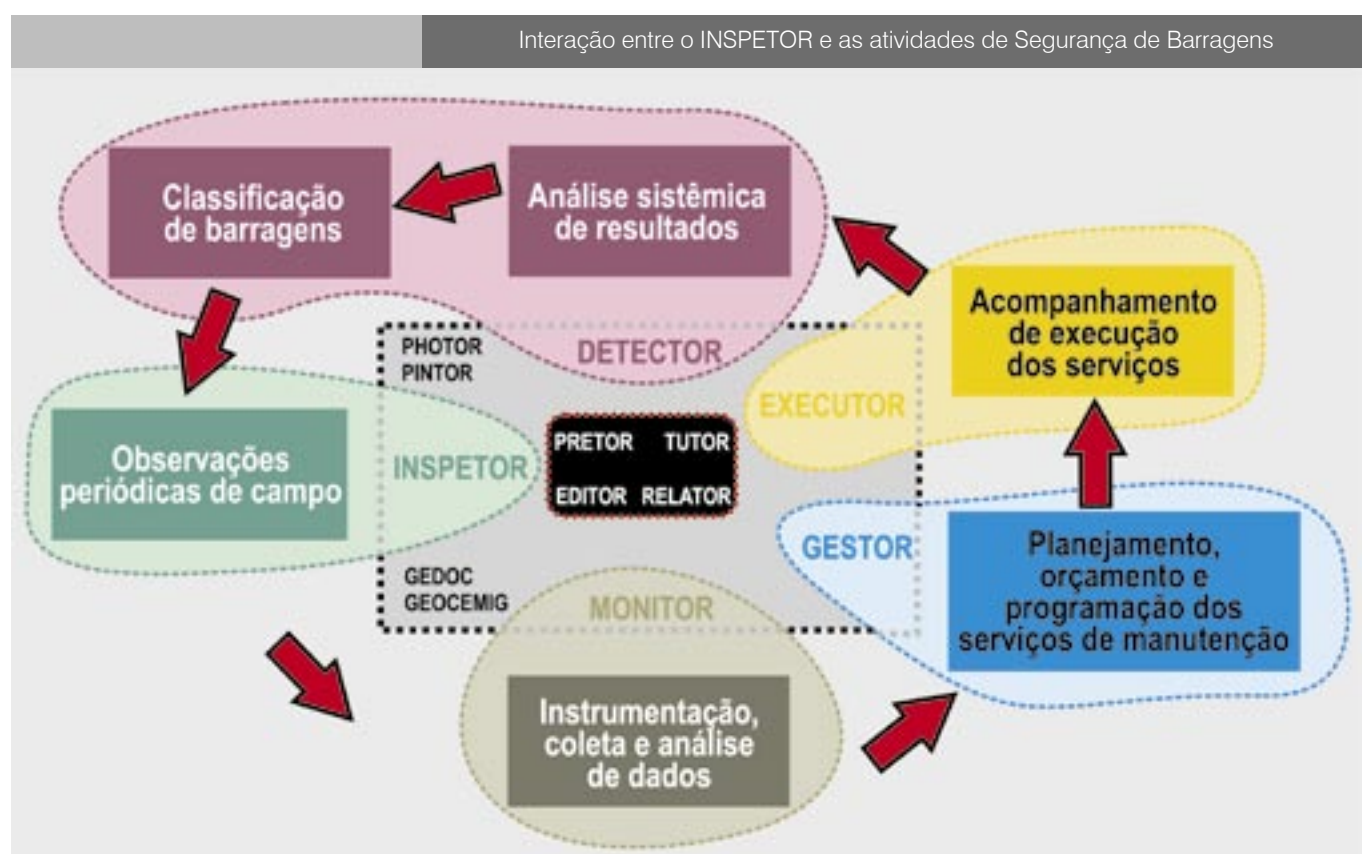
Como contribuições do projeto à capacitação científica e tecnológica, destacam-se o aumento de qualidade das informações tratadas, as oportunidades para aperfeiçoamento da equipe de desenvolvimento do sistema e de todos os usuários, o aumento da velocidade de emissão de diagnósticos e a consolidação do Centro de Excelência de Segurança e Controle de Barragens.

A padronização dos processos e dos dados das equipes de segurança de barragens proporcionou a certificação da Gerência de Segurança de Barragens e Manutenção Civil (GA/SM) no

Sistema Integrado de Gestão nas ISO 14001, ISO 9001 e OHSAS 18001. Em razão do dinamismo do trabalho de segurança de barragens, o Inspetor tem passado por atualizações periódicas de forma a se adaptar às novas necessidades e metodologias empregadas na Cemig. O conhecimento adquirido sob a forma de bancos de dados será essencial para a transformação do Inspetor em um Sistema Especialista de Auxílio à Tomadas de Decisão.

Inspetor - O programa foi desenvolvido entre 2002 e 2004 e é composto por 14 módulos. Abaixo apresenta-se um esquema da interação entre o ciclo de trabalho das equipes de segurança e os módulos especialistas.

O módulo homônimo Inspetor visa à informatização de todo o processo de inspeção de barragens: a elaboração e controle do cronograma de inspeções, o registro detalhado das deteriorações em mapas georreferenciados (Figura 2), o registro dos reparos executados e a elaboração do relatório de Avaliação do Comportamento. Esses trabalhos podem ainda ser realizados no local das usinas com *notebooks* e *palmtops* desconetados.





Pesquisa detecta que imunidade de eletrodomésticos não segue padrão

Estudo analisa comportamento de aparelhos em casa criada em laboratório

Os altos custos para ressarcimento de clientes por danos em eletrodomésticos motivaram a Ampla Serviços de Energia S/A a desenvolver o projeto “Análise de Surtos Típicos do Sistema Elétrico de Potência e seu Impacto em Consumidores Residenciais, Comerciais e Industriais”. O objetivo é avaliar a qualidade da energia fornecida e a imunidade eletromagnética dos eletrodomésticos. Dados da empresa demonstram que, em 2005, a concessionária analisou 10 mil pedidos de ressarcimento, dos quais 2,5 mil foram deferidos com custo total da ordem de R\$ 1 milhão. Somente nos sete primeiros meses de 2006, o valor das indenizações atingiu o mesmo patamar do ano anterior.

Metodologia – Pelo projeto foram pesquisados os níveis de tensões transitórias (manobra, surtos de origem atmosférica, religamentos) que podem ser transferidos do sistema elétrico de potência da Ampla para aparelhos de consumidores industriais e residenciais e os seus efeitos. Observaram-se ainda os níveis de resistência dos equipamentos que apresentam maiores taxas de danos relacionados a descargas elétricas no sistema de transmissão e distribuição de energia. Esses patamares foram comparados aos padrões propostos nas normas internacionais de compatibilidade eletromagnética tais como *International Electrotechnical Commission* (IEC) e Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos (IEEE). Investigou-se também a possibilidade da ocorrência de danos em equipamentos de uma determinada instalação devido a descargas transferidas de redes de telefonia, dados, TV a cabo e outras e a eficiência dos supressores disponíveis no mercado.

Para desenvolver o trabalho foram realizadas medições em campo e ensaios de laboratório. Para medições de campo foram utilizados registradores de eventos de tensão, modelo VR 101, fabricado pela empresa americana Fluke. O registrador VR 101 pode realizar a coleta de dados de eventos como descargas elétricas, afundamento e elevações de tensão e faltas ou variações de frequência da rede. Cada registrador, de dimensões reduzidas e fácil instalação, permaneceu 30 dias com cada consumidor, com total de 24 instalações verificadas em 17.280 horas de monitoramento. Isso permitiu a verificação da imunidade eletromagnética dos eletrodomésticos comumente utilizados por grande parte dos consumidores residenciais tais como televisão, aparelhos de DVD e som, forno de microondas, refrigeradores, dentre outros, de diferentes marcas e modelos, por meio de ensaios de descargas aplicadas em laboratório e ensaios de envelhecimento dos equipamentos.

Para gerar uma simulação mais próxima do real, construiu-se no laboratório uma casa com três cômodos, onde foram produzidas descargas na entrada do ramal do cliente e nos diferentes tipos de medidores de energia convencional e eletrônico.

Resultados – Os trabalhos desenvolvidos nos dois primeiros anos da pesquisa permitiram à empresa concluir que os eletrodomésticos, em geral, têm baixa qualidade, com baixa imunidade e inadequação às normas. A empresa concluiu ainda que fez ressarcimentos desnecessários e incorporou melhorias em seu processo interno de indenizações. Outro resultado do projeto foi a elaboração de um guia prático para treinamento de técnicos de oficinas autorizadas de assistência. O trabalho também tem subsidiado a atuação da área jurídica nas causas judiciais, além de se tornar uma contribuição para elaboração da norma brasileira a ser discutida entre ANEEL, Inmetro, ABNT, ABRADDEE, fabricantes de aparelhos e outras concessionárias do Brasil.



Técnicos realizam a instalação do registrador e o aparelho Fluke em detalhe.

Empresa investe em campanha para reduzir riscos de acidentes

Estudo revela má qualidade de instalações em casas e canteiros de obras



O projeto de “Estudo de Riscos Elétricos” desenvolvido pela Companhia Energética de Pernambuco (Celpe) visa verificar a adequação dos sistemas de proteção e das condições das instalações elétricas às normas de segurança vigentes que tratam do controle de riscos elétricos para redução do número de acidentes nas residências e canteiros de obras de construção. Para realizar a pesquisa, foram visitadas 294 unidades consumidoras residenciais distribuídas nos seis municípios mais populosos da Região Metropolitana do Recife e 66 canteiros de obras escolhidos aleatoriamente entre 47 diferentes construtoras atuantes na região. Além da coleta de informações, houve registro fotográfico das instalações.

Durante o trabalho, as principais não-conformidades identificadas nas residências visitadas foram a falta de aterramento da fiação dos eletrodomésticos, a utilização de extensões e derivadores de corrente e a falta de anteparo de proteção nos quadros de distribuição. Foram identificadas ainda a existência de baixíssimo número de Dispositivo à Corrente Diferencial-Residual (DR) apenas cinco das residências visitadas e o desconhecimento geral sobre a importância dos sistemas de proteção.

Nos canteiros de obras foram verificadas situações de risco geradas por quadros de distribuição confeccionados em madeira e sem anteparo de proteção. Havia também condutores sem isolamento e expostos a choques mecânicos, aterramentos instalados em locais úmidos e de trânsito de pessoas além de falta de esquemas instalações elétricas com apenas um fio (unifilares). Dos locais visitados, 88% tinham hastes de aterramento instaladas em locais indevidos.

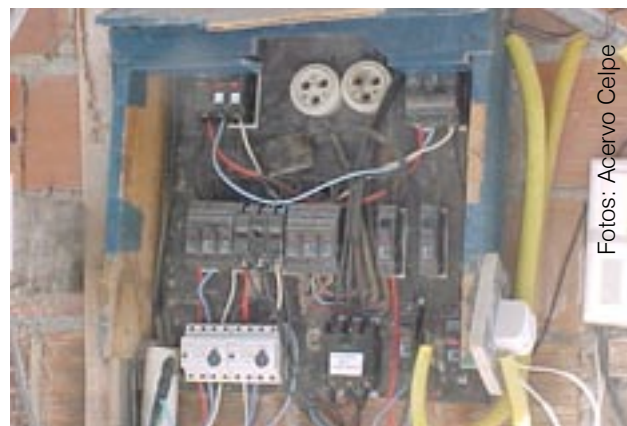
Outros dados coletados mereceram destaque, como a exposição irregular de quadros de exposição em metade das casas visitadas. Verificou-se também o uso de extensões em 61% das residências e a utilização de derivadores ou benjamins em 72% delas. Observou-se que 65% das instalações pesquisadas não possuíam nenhum tipo de equipotencialização de massas e 33% dos moradores entrevistados não tinham conhecimento sobre aterramento.

No caso dos canteiros de obras, os dados analisados apontam que as instalações elétricas provisórias se confundiam, muitas vezes, com instalações improvisadas: 45% dos quadros de distribuição foram construídos com madeira do próprio canteiro, sendo que em 35% deles não existia sinalização de advertência de risco. Nesses mesmos quadros, 79% apresentavam exposição a partes vivas em decorrência da inadequação do anteparo de proteção e 65% possuíam em seu quadro de distribuição principal um DR de baixa

sensibilidade. Além disso, em 76% das obras os condutores e linhas elétricas estavam ao alcance de choques mecânicos e em 88% deles havia hastes de aterramento em lugares indevidos.

Conscientização - As informações geradas pelo projeto serviram de subsídios para a elaboração de duas cartilhas informativas. Uma delas teve como objetivo a conscientização de moradores residenciais. A outra foi destinada aos trabalhadores da construção civil nos canteiros de obras. O intuito das publicações foi disseminar informações em linguagem simples e clara, de forma a contribuir para redução do número de acidentes por choque elétrico e para a melhoria das instalações elétricas.

O projeto de pesquisa também embasou outras ações da Celpe, como a realização de seminário e ciclo de palestras para diversas comunidades da Região Metropolitana do Recife a fim de evidenciar a obrigatoriedade do aterramento e uso do DR. Observou-se a necessidade de dar continuidade à programação de campanhas ou ações educativas que possam reverter os índices encontrados na pesquisa, com divulgação das normas e, principalmente, de informações sobre proteção contra choques elétricos.



Fotos: Acervo Celpe

Acima, quadro de distribuição principal desconforme as normas (canteiro de obras). Abaixo, quadro de distribuição residencial em estado de conservação inadequado.





Ação pioneira no setor elétrico valoriza portador de deficiência física

Investimento na melhoria da qualidade de vida do trabalhador com adequação das instalações

Identificar a potencialidade empregadora de uma concessionária de energia com vistas a promover a cidadania da pessoa portadora de deficiência ou com limitações laborais foi o objetivo da pesquisa realizada pela Companhia Energética de Pernambuco (Celpe) em parceria com a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Dividido em três etapas, o estudo teve início com a pesquisa sobre o perfil de postos de trabalhos da empresa sob o amparo da inclusão laboral do portador de deficiência.

Posteriormente foi realizada uma minuciosa investigação do ambiente físico da companhia, com base nas normas legais de saúde e segurança ocupacional. Por fim, investigou-se a percepção do empregado da Celpe sobre si próprio e quanto à percepção dos colegas sobre ele, bem como sobre o tratamento dispensado ao empregado com deficiência.

A iniciativa gerou resultados significativos que subsidiaram a elaboração do “Projeto de Inserção da Pessoa Portadora de Deficiência”, criado pela própria empresa. Entre os benefícios da iniciativa,

destacam-se a identificação de cargos e funções com foco na inclusão para o trabalho, a avaliação dos programas legais (Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional e Programa de Prevenção de Riscos Ambientais) e a elaboração de cartilha para área de Recursos Humanos.

Além disso, analisou-se a sinalização de orientação e segurança e a criação de áreas de circulação e corredores de afastamentos e treinamento à brigada de incêndio. O ambiente físico da Celpe também passou por mudanças, com adaptação de banheiros do edifício-sede, construção de rampas de acesso nas agências, reserva de vagas no estacionamento e substituição do mobiliário por móveis ergonomicamente adequados.

O projeto foi um estudo preliminar e pioneiro no setor elétrico brasileiro, diferente da maioria dos projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), geralmente focados na obtenção de um produto final como um equipamento, um dispositivo ou um protótipo palpável e com potencial de geração de lucro ou redução de custo imediato.



Resultados - O trabalho da Celpe gerou ações como o treinamento de gestores e funcionários de treinamento e recrutamento de pessoal com vistas a produzir subsídios para contratação de profissionais portadores de deficiências. Desenvolveu-se ainda uma estratégia de endomarketing para inserção de empregados readaptados e reabilitados e daqueles a serem contratados. Foi elaborada ainda uma cartilha para adequação e acessibilidade dos ambientes físicos da empresa.

Para a Celpe, a concretude de um trabalho de inclusão social traduz-se na melhoria das condições de qualidade de vida para todos os seus empregados. Traduz ainda no despertar para a percepção da importância que a empresa dá ao investimento no corpo funcional de forma a se preocupar não apenas com aumento da produtividade para o lucro.

Por meio da pesquisa realizada foi possível identificar formas para que uma concessionária de energia elétrica possa se adequar para responder às normas legais de reserva de vagas, não somente pela imposição legal, mas principalmente por uma questão moral e de responsabilidade social. Desta forma, a Celpe ratifica a missão da Saúde e Segurança do Trabalho e busca subsidiar ações de interação com as áreas relacionadas a acessibilidade e a relações sociais no trabalho, operacionais e de desenvolvimento profissional, com qualidade de vida e responsabilidade social.

Detalhes: Abaixo, à esquerda, elevador acessível com teclados em braille e aviso sonoro; Abaixo, à direita, rampa de acesso; Abaixo, via de acesso para cadeirante – Edifício Sede



Fotos: Acervo Celpe



Subestações distribuídas geram economia de até 35%

Modelo é adequado para regiões com restrições à instalação de linhas de transmissão

Os atuais padrões de subestações implantados no sistema de distribuição de energia elétrica de regiões muito industrializadas e com alta densidade demográfica agregam capacidade de transformação instalada relativamente alta, se comparada com a demanda exigida, o que permite o atendimento das cargas envolvidas mesmo na ocorrência de falha em uma unidade transformadora (critério N-1).

Essa exigência impõe que os transformadores operem com alto nível de ociosidade, pois devem ter reserva de capacidade para atender a contingência. Uma subestação com dois transformadores, por exemplo, deve operar com apenas 60% da capacidade nominal, caso seja tolerada sobrecarga de 20% durante a falha de uma das unidades.

Por outro lado, as atuais restrições ambientais que impedem a penetração de linhas de alta tensão em centros urbanos ou em áreas de preservação ambiental e a crescente dificuldade para obter terrenos para a construção das subestações convencionais têm motivado a busca de outras soluções. O intuito é encontrar alternativas para aumentar a eficiência de suas instalações e minimizar o impacto ambiental da implantação de subestações convencionais. Com isso, a AES Eletropaulo partiu para um projeto cuja finalidade foi desenvolver subestações de capacidade relativamente baixa, com uma unidade transformadora, que ocupam terrenos de pequenas dimensões e são atendidas por linhas compactas operando a baixos níveis de tensão.

Assim nasceu o conceito das “Subestações Distribuídas”. Conectadas pela rede primária e com operação coordenada com outras subestações, elas permitem que a reserva de capacidade de transformação seja dividida com as subestações envolvidas. Dessa forma, a reserva de capacidade, oferecida pelo critério de N-1 dentro da subestação deixa de ser essencial para a confiabilidade de alimentação do sistema de distribuição, tendo em vista que um grupo de subestações, com trabalho conjunto, garante a continuidade do serviço. A região onde está implantado o projeto-piloto inclui um grupo de municípios num raio de 30 quilômetros da cidade de São Paulo, com centro de carga localizado em Cotia (SP).

Eficiência - A implantação do piloto em Cotia, região com muitas restrições ambientais, prova a eficiência do modelo. Essa solução foi concebida com linhas de 34.5 quilovolts (kV) que alimentam duas subestações compactas de 34.5/13.8 kV e 15/20 megavolts-ampère (MVA), integradas pela rede de distribuição, e que, por meio de oportunas manobras automáticas, permitem a prática de níveis de confiabilidade similares aos do critério N-1. A solução implantada no projeto experimental, se comparada à convencional, na qual seriam instalados 40MVA em uma única subestação, apresenta uma economia de aproximadamente 35%.

Além de oferecer soluções econômicas para a reserva de capacidade instalada, as subestações distribuídas são adequadas para prover energia em regiões com restrições para implantação de linhas de transmissão. Isto porque o nível de tensão em 34.5kV pode ser construído em redes com características de distribuição e também em regiões onde haja dificuldade para aquisição de terrenos em razão da baixa ocupação de área exigida pela solução, em torno de 65% da solução convencional.

A técnica, agora implantada nas subestações do sistema de distribuição de Raposo Tavares (SP) e Represinha (SP), está em fase de amadurecimento técnico e operativo e as dificuldades observadas na fase de projeto continuam sendo estudadas. Devido à quebra de paradigmas que esta solução apresenta, foram realizados novos procedimentos operativos, treinamentos para os operadores dos centros, eletricitas, técnicos e engenheiros dos segmentos de distribuição e subtransmissão. Com os benefícios para o sistema gerido pela AES Eletropaulo, esse conceito pode ser considerado um padrão a ser utilizado como alternativa dentro do plano de obras da empresa.



Fotos: Acervo AES Eletropaulo

Acima, imagem de uma “Subestação Distribuída”. Abaixo, unidade transformadora compacta.





Tecnologia avalia grau de envelhecimento sem desligar transformador

Metodologia empregada analisa amostras de óleo em papéis isolantes

O envelhecimento de um transformador é caracterizado pela caducidade da isolação celulósica, fator de difícil controle e acompanhamento, principalmente nos transformadores não-selados. Por essa razão, a determinação das condições de estado de isolamento é de fundamental importância para o planejamento das ações de manutenção corretiva e preditiva. Além de ser útil nas decisões sobre substituição de unidades transformadoras, que poderão ser baseadas no envelhecimento real e não na idade cronológica das máquinas.

Atualmente, para verificar o estado dos transformadores é preciso enviá-lo às oficinas para retirada de amostras de papel da isolação celulósica para ensaio de grau de polimerização. Por meio da metodologia proposta neste estudo, que se baseia na determinação dos derivados de furanos (líquidos formados pela degradação da celulose e solúveis no óleo mineral isolante), não será mais necessário desligar o transformador. Basta retirar uma amostra de óleo. A determinação dos derivados de furanos tem sido investigada como ferramenta de manutenção preditiva dos transformadores de potência. Entretanto, essas análises têm tido aplicação limitada do ponto de vista prático, pois têm se obtido resultados muito dispersos na correlação do grau de polimerização de amostras de papel com teor de furfural (aldeído líquido, incolor, facilmente oxidado, tóxico, derivado do furano).

O enfoque foi estudar as características de projeto, de manutenção e de operação de famílias de transformadores de potência do sistema da AES Eletropaulo e determinar, para cada família estudada, os diversos fatores. São eles: o perfil da variação do envelhecimento do papel nas diversas partes dos enrolamentos, a influência dos fatores atmosféricos ambientais (umidade e oxigênio) e de projeto no envelhecimento e no surgimento de defeitos incipientes de superaquecimento localizado antes mesmo do diagnóstico feito pela análise cromatográfica. Existem ainda outros fatores como o nível majoritário de solicitação térmica ao longo de vida útil e as correlações entre os diversos derivados de furanos e os demais dados coletados.

Software - O *software* desenvolvido no projeto permite a estimativa dos valores de grau de polimerização do papel isolante do transformador a partir da quantificação dos derivados de furanos presente no óleo isolante. Esta é uma grande facilidade, pois permite a avaliação da isolação sólida do transformador sem precisar enviá-lo à oficina e, ainda, fazer a amostragem e a análise diretamente do papel isolante. Essencialmen-

te, cria-se um banco de dados e, assim, as informações podem ser inseridas e pesquisadas, a qualquer tempo, por meio de uma chave primária, que normalmente é o número de série do transformador. A equação obtida da correlação do valor de grau de polimerização de papéis isolantes a partir dos valores de derivados de furanos quantificados nos óleo apresentou menores desvios que as duas outras dadas na literatura (Burton e CEPEL).

Atualmente, o *software* está em fase de implantação, com prazo de conclusão até dezembro de 2007. Em seguida, dados experimentais de laboratório serão obtidos por meio de mais análises. Assim, os resultados poderão ser inseridos no sistema a fim de refinar a equação proposta, com promoção de melhoria como ferramenta de engenharia de manutenção. Desta forma, os valores estimados do grau de polimerização dos papéis isolantes irão refletir a situação real do estado de envelhecimento da isolação celulósica dos transformadores de potência da AES Eletropaulo. Isso permitirá a exploração máxima da vida útil dos equipamentos instalados concomitantemente.

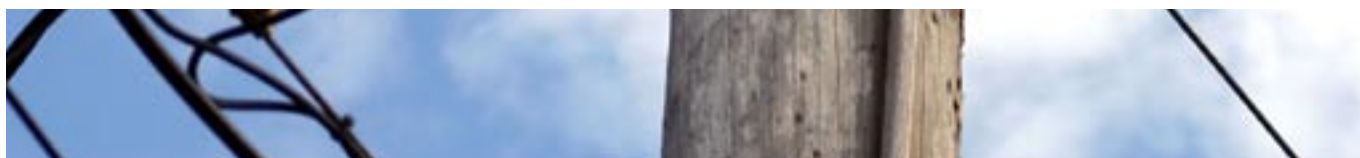
O projeto proporcionou à AES Eletropaulo o desenvolvimento da ferramenta computacional e a aquisição de dois equipamentos de última geração que, além de integrarem ao processo de pesquisa, resultaram em melhores práticas no processo da Engenharia de Manutenção de todo o parque de transformadores da empresa.





Empresa aprimora cálculo de consumo fraudado por clientes

Mecanismo permitirá recuperação de receita por perdas comerciais de forma mais precisa e justa



Desenvolver e implantar uma metodologia para mensurar a energia consumida e não faturada proveniente de instalações irregulares foi resultado do projeto da AES Eletropaulo ao longo de 2005 e 2006. A partir da potência instalada do cliente fraudador, obtida pela inspeção da carga no ato de constatação da fraude, e dos fatores de carga e de demanda definidos pela metodologia criada pode-se estimar o consumo que deixou de ser medido e, conseqüentemente, faturado. A iniciativa é parte de um amplo programa de recuperação de receitas e de combate à fraude realizado pela AES Eletropaulo para reduzir o percentual desse tipo de perda. Desde 2005 a AES Eletropaulo realizou mais de um milhão de inspeções e registrou ocorrência de fraudes em 12% dos casos, percentual com tendência de queda.

A elaboração da pesquisa teve como principais objetivos contribuir para redução de conflitos de apuração de débito e para o aumento da credibilidade perante os clientes e órgãos reguladores e de defesa dos consumidores. Isso concorre também para redução dos tempos de análise de recursos, e fazer a cobrança da energia consumida irregularmente da forma mais precisa e justa possível. A regulamentação que trata da constatação da irregularidade e da cobrança retroativa da energia consumida por clientes fraudadores é dada pela Resolução nº 456/2000 da ANEEL, nos artigos 72 a 78, mais especificamente o artigo 72, em seu inciso IV, nas alíneas A, B e C, que tratam da arrecadação destes valores. Os casos enquadrados na alínea C do citado artigo requerem que a estimativa de consumo ou demanda seja baseada na carga instalada e em fatores de carga e demanda de unidades consumidoras com atividades semelhantes. O projeto permite um cálculo mais real do consumo estimado para mensuração de irregularidades nas unidades consumidoras.

Metodologia - Atualmente, 53,56% dos cálculos são realizados pela alínea C, enquanto 0,04% são mensurados pela alínea A e 46,40%, pela alínea B. A metodologia desenvolvida consiste da estruturação de um banco de dados único, que contenha todas as informações necessárias aos cálculos e aos relatórios de saída. Após a formação desse banco criado com a união de todas as informações disponíveis, ocorrem os processamentos finais da metodologia. O objetivo disso é obter a estimativa adequada de consumo de energia para cada tipo de cliente com instalações irregulares, segmentados por classe e tipo de atividade (comercial e industrial), utilizando os fatores de carga e de demanda.

O *software* concebido permite também a atualização periódica do banco de dados, em conside-

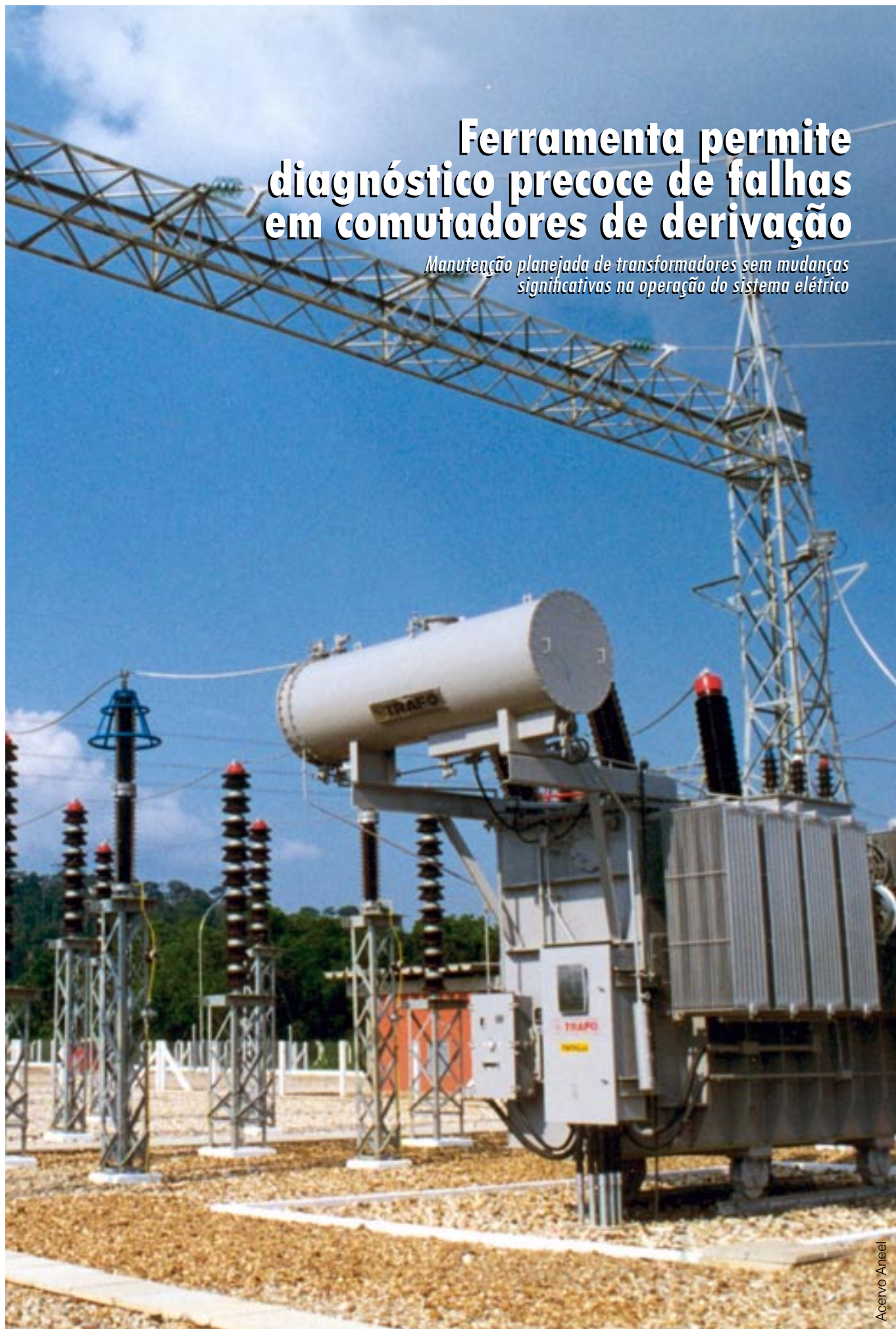
ração à mudança de hábitos de consumo ao longo do tempo. A realimentação do banco é efetuada com a adição ou substituição das bases de dados utilizadas. Para a elaboração desse sistema foram pesquisados e selecionados os dados disponíveis na empresa e também adequados para a extensão da metodologia para outras concessionárias em situações semelhantes. Os consumidores da área de concessão da AES Eletropaulo serão beneficiados com a uniformização dos critérios adotados na implantação do projeto.

Os resultados foram apresentados à Comissão de Serviços Públicos em Energia do Estado de São Paulo (CSPE) e foram bem aceitos, tendo em vista a metodologia científica adotada e as comparações com os vários métodos possíveis de estimativa de consumo. Identificou-se que as medições de curvas de carga de consumidores realizadas com medidores específicos podem aprimorar a metodologia criada, enquanto um projeto proposto sobre estudos de uniformização de medições e leituras estará alinhado para atender esta demanda. Além da Ouvidoria, que gerenciou o projeto, os trabalhos foram realizados com as áreas de Engenharia, Perdas Comerciais, Clientes e Regulatório, com envolvimento de um número considerável de profissionais, o que demonstra a importância e a aplicabilidade dos resultados obtidos.

A iniciativa é parte de um amplo programa de recuperação de receitas e de combate à fraude realizado pela AES Eletropaulo com intuito de reduzir o percentual desse tipo de perda. Desde 2005 a AES Eletropaulo realizou mais de um milhão de inspeções e registrou ocorrência de fraudes em 12% dos casos, percentual com tendência de queda.

Ferramenta permite diagnóstico precoce de falhas em comutadores de derivação

Manutenção planejada de transformadores sem mudanças significativas na operação do sistema elétrico



Arquivo Aneel

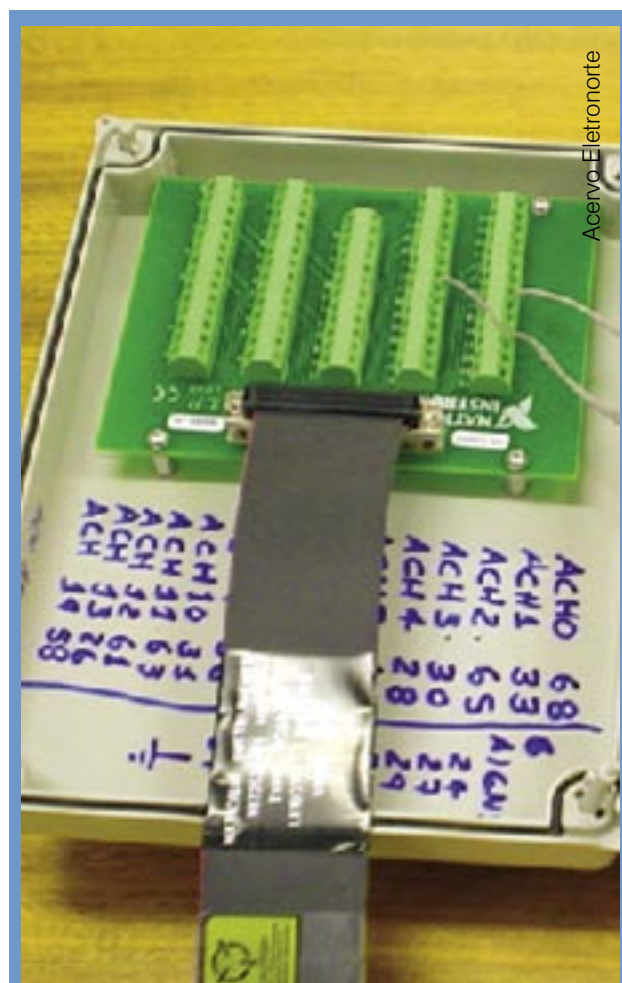
Monitorar as condições de operação dos comutadores de derivação em carga de transformadores é fundamental para integridade de um sistema de energia elétrica. Por essa razão, as empresas passaram a investir significativamente em sistemas de diagnósticos. O objetivo é detectar possíveis falhas incipientes nestes equipamentos, o que permite elaborar um plano eficiente de manutenção para evitar mudanças significativas na operação dos sistemas elétricos, com consequências indesejadas.

O projeto teve como objetivo o desenvolvimento de *software* para auxiliar a automação da análise pós-operação em sistemas de transmissão de energia elétrica. Esse sistema consiste no uso da Transformada *Wavelet* (ferramenta de processamento de sinais) para a pré-filtragem da massa de dados gerada pelos Registradores de Perturbação de modo a identificar os eventos de rede englobados na categoria de variações de tensão de curta duração.

Os dados originais foram escritos em COMTRADE, um formato padronizado pelo Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos (IEEE) para arquivos de dados digitais e mídias, necessários para troca de vários tipos de dados de perturbações, ensaios e simulação. Foram decompostos pela filtragem *wavelet* de modo a determinar o início e o fim de cada evento. Após esse processamento, a rede neural *Probabilistic Neural Network* (PNN) foi utilizada para classificar os eventos como subtensões (*sags*), sobretensões (*swells*) e interrupções de tensão. A aplicação desse sistema automatiza as análises dos dados de pós-operação e pode caracterizar a qualidade do suprimento de energia com relação às variações de curta duração diretamente a partir dos dados dos Registradores de Perturbação, sem a necessidade de instalação de caros equipamentos de medição de qualidade de energia, como os qualímetros. Os programas desenvolvidos apresentam uma interface amigável com o usuário e facilitam a interação do operador com o sistema.

Instalação - A instalação do sistema é feita de maneira simples. Primeiramente é fixado o acelerômetro juntamente à base magnética na parte superior do transformador (próximo à tampa no sentido horizontal) na posição de melhor relação entre o sinal da comutação e do transformador como constatado em ensaios. A utilização da base magnética para acoplar o acelerômetro foi escolhida por ser a forma mais simples e com resultados confiáveis. Posteriormente, o acelerômetro foi conectado ao condicionador de sinais, e esse, por sua vez, à placa de aquisição e ao

laptop. No *laptop* há um *software* que recebe os sinais provenientes do acelerômetro e os armazena em arquivo-texto. Atualmente, o módulo de medição de sinais de vibração de chaves comutadoras tem funcionado bem, dentro da proposta do projeto. Esse módulo capta, de forma confiável, os sinais de vibração proveniente das chaves comutadoras e os armazena em um banco de dados para a utilização em fases posteriores do sistema de diagnóstico inteligente das condições de operação das chaves comutadora.



Sistema de tratamento de sinais - módulo condicionador de sinais.

Os programas desenvolvidos apresentam uma interface amigável com o usuário e facilitam interação do operador com o sistema.



Protótipo de turbina hidrocínética leva eletricidade a comunidades isoladas

Custo de energia é compatível com outras fontes renováveis usadas no país

A criação de uma turbina hidráulica hidrocínética, com aproveitamento da potência de rios com correntes de velocidade maior que um metro por segundo para a conversão de energia em comunidades isoladas, especialmente em populações ribeirinhas da Amazônia brasileira, foi o objetivo da Eletronorte no projeto executado pela Universidade de Brasília (UnB). O empreendimento originou-se nas ações do projeto Poraquê, financiado em parte pelo Ministério de Minas e Energia (Programa Luz para Todos) por meio do Fundo Setorial de Energia Elétrica (CNPq/CTEnerg). Envolvem, ainda, um estudo de caso da inserção sustentável da tecnologia do projeto-piloto em uma comunidade isolada da Amazônia.

O projeto teve diversos objetivos, como fazer um estudo da hidrodinâmica de rotores axiais para aproveitamento da energia cinética de correntes fluviais, por meio de metodologias numéricas de última geração. Além de avaliar a sustentabilidade de sistemas alternativos de geração de energia descentralizados e baseados em micro turbinas para criar infra-estrutura energética básica às comunidades isoladas dos grandes centros urbanos. Objetivou-se ainda contribuir para o

desenvolvimento de novas formas de produção de energia não-poluente e de baixo custo para atender às necessidades de comunidades de baixa renda isoladas dos centros urbanos, com melhoria da qualidade de vida das populações ribeirinhas ainda sem acesso à eletricidade.

O desenvolvimento tecnológico do protótipo buscou metodologias avançadas de concepção de máquinas hidráulicas, com utilização da *Computacional Fluid Dynamics* (CFD), ferramenta que permite a previsão quantitativa de escoamentos, e realização de ensaios em túnel de vento com modelo reduzido. Para avaliar os indicadores ambientais da turbina hidrocínética foram estimadas emissões a partir da contabilização dos materiais de base (aço, alumínio, cobre e outros). As emissões associadas ao transporte do sistema não foram consideradas, visto que tais valores devem ser considerados também para as outras tecnologias.

Pelos resultados obtidos pode-se observar que os valores de emissões associados à tecnologia de turbinas hidrocínéticas (13,64 gramas de dióxido de carbono equivalente por kWh) ficaram próximos aos estimados para turbinas eólicas e



Foto: Alex Bruda

são inferiores às emissões associadas à tecnologia de painéis fotovoltaicos. O mesmo argumento pode ser usado para energia consumida na manufatura (0,15 MJ/Kwh). Tal padrão de emissões é considerado razoável e compatível com diferentes tecnologias de energia renovável.

Ao estabelecer uma relação de custos ambientais a partir da valoração de emissões que segue a metodologia ExternE, pode-se quantificar o custo ambiental da tecnologia em R\$ 0,41 (equivalente a quatorze centavos de Euro). Sendo assim, a tecnologia é totalmente compatível com os valores obtidos para geração por meio de turbinas eólicas (dezesesseis centavos de Euro) e microcentrais hidrelétricas (onze centavos de Euro), o que demonstra a competitividade da tecnologia em termos de indicadores ambientais.

Custos - Em relação aos aspectos econômicos, os custos de instalação têm valores altos pelo transporte e instalação em região de difícil acesso. A redução do valor da energia passa pela viabilização de estratégias de redução de custos a

partir do compartilhamento de responsabilidades da instalação com a comunidade, o que envolve governos locais e associações, e da integração do transporte do sistema com a logística local de suprimento da comunidade. Ao considerar a taxa de desconto de 10% ao ano, pode-se obter o custo da energia em torno de R\$ 1,91 por kWh, compatível com custos de sistemas renováveis instalados recentemente no país.

Como conseqüências, o projeto ainda possibilitou a criação de uma rede institucional local com envolvimento do Governo do Amazonas e do município de Mazagão (AM), da Eletronorte, de associações locais e de pesquisadores do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (IEPA), que permitiu a plena execução do empreendimento e a consolidação do modelo de uso sustentável de unidades geradoras baseadas na tecnologia proposta.

Fotos: Acervo Eletronorte





pág.20

Projeto Tractebel

Empresa: Tractebel Energia

Título: Programa de avaliação da eficiência de corredores ecológicos na área de entorno dos reservatórios de Salto Osório e Salto Santiago, na Bacia do Rio Iguaçu (PR)

Ciclo: 2003/2004

Investimento: R\$ 479.008,33

Execução: Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (Lactec)



pág.22

Projeto Tractebel

Empresa: Tractebel Energia S.A.

Título: Desenvolvimento de um sistema de previsão de demanda na Tractebel

Ciclo: 2004/2005

Investimento: R\$ 90.160,00

Execução: Tractebel Energia S.A., Airgate Telecomunicações Ltda., HeadsOnWork Tecnologia S.S. e Departamento de Automação e Sistemas (DAS) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)



pág.24

Projeto Celesc

Empresa: Celesc

Título: Sistema de Localização de Defeitos por Ondas Viajantes aplicável a Redes de Distribuição de Energia (Sildov)

Ciclo: 2003/2004

Investimento: R\$ 377.600,00

Execução: Grupo de Pesquisas em Sistemas Eletromagnéticos e de Energia (SELMAG)



pág.26

Projeto Celesc

Empresa: Celesc

Título: Desenvolvimento e Avaliação Metrológica de um Protótipo para Medição da Concentração de Gases Dissolvidos em Óleo Isolante de Múltiplos Transformadores

Ciclo: 2002/2003

Investimento: R\$ 364.965,00

Execução: Universidade Federal de Santa Catarina



pág.28

Projeto Light

Empresa: Light

Título: Desenvolvimento de sistema de supervisão de vazão em sistema de resfriamento a água em usinas hidroelétricas.

Ciclo: 2004/2005

Investimento: R\$ 301.360,00

Execução: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ)



pág.30

Projeto Light

Empresa: Light

Título: Espaçadores poliméricos para redes de distribuição compactas instaladas em regiões com elevado índice de poluição

Ciclo: 2002/2003

Investimento: R\$ 360.996,00

Execução: Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel) e Produtos de Linha Pré-formados (PLP)



pág.32

Projeto CTEEP

Empresa: Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista (CTEEP)

Título: Blindagem Verde - Alternativa para Manutenção Definitiva da Faixa de Domínio em Situações Complexas ou de Risco

Ciclo: 2003/2004

Investimento: R\$ 368.170,00

Execução: COOESA USP-ESALQ



pág.34

Projeto Copel

Empresa: Copel Geração S/A

Título: Estratégias de Planejamento Empresarial sob Incerteza

Ciclo: 2003/2006

Investimento: R\$ 802.098,00

Execução: Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (Lactec)



pág.36

Projeto Caiuá

Empresa: Caiuá Distribuição de Energia S/A

Título: Desenvolvimento de Software para Alocação Otimizada e Coordenação de Dispositivos de Proteção em Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica

Ciclo: 2003/2004

Investimentos: R\$ 519.933,24

Execução: FEPIISA-UNESP e Elucid Solutions S/A



pág.38

Projeto Ampla

Empresa: Ampla Serviços de Energia S/A

Título: Desenvolvimento experimental de protótipos de nova família otimizada de estruturas de transmissão de energia elétrica

Ciclo: 2003/2004

Investimento: R\$ 385.891,00

Execução: Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (Lactec)



pág.40

Projeto Light

Empresa: Light Serviços de Eletricidade S/A

Título: Projeto de transformador de distribuição de classe 85°C autoprotetido e de menor custo por kVA

Ciclo: 2003/2004 e 2004/2005

Investimento: R\$ 788.833,86

Execução: B&M Pesquisa e Desenvolvimento Ltda e Indústria de Transformadores Itaipu Ltda



pág.42

Projeto Tractebel

Empresa: Tractebel Energia S.A.

Título: Estudo de correntes induzidas na carcaça de transformadores de potência

Ciclo: 2001/2002

Investimento: R\$ 200.390,00

Execução: Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina e Fundação de Ensino e Engenharia de Santa Catarina



pág. 44

Projeto AES Eletropaulo

Empresa: Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S/A

Título: Diagnóstico das interferências de árvores na rede de distribuição aérea de energia elétrica

Ciclo: 2003/2004

Investimento: R\$ 604.053,92

Execução: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná (FUPEF) da Universidade Federal do Paraná



pág. 46

Projeto Furnas

Empresa: Furnas Centrais Elétricas S/A

Título: Utilização de dados de descargas elétricas atmosféricas para otimização do projeto, operação e manutenção do sistema elétrico (extensão)

Ciclo: 2002/2003

Investimento: R\$ 1.654.340,00

Execução: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)



pág. 48

Projeto Cemig

Empresa: Cemig Distribuição S/A

Título: Revitalização de transformadores de potência (Transformador Verde)

Ciclo: 2000/2001

Investimento: R\$ 745.800,00

Execução: Asea Brown Boveri (ABB), Du Pont e Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)



pág. 50

Projeto Cemig

Empresa: Cemig Geração e Transmissão S/A

Título: Inspetor – Sistema Inteligente de Controle e Segurança de Barragens

Ciclo: 2000/2001

Investimento: R\$ 849.200,00

Execução: Cemig



pág. 52

Projeto Ampla

Empresa: Ampla Serviços de Energia S/A

Título: Análise de Surtos Típicos do Sistema Elétrico de Potência e seu Impacto em Consumidores Residenciais, Comerciais e Industriais

Ciclo: 2004/2005

Investimento: R\$ 588.094,85

Execução: Lactec



pág. 54

Projeto Celpe

Empresa: Companhia Energética de Pernambuco (Celpe)

Título: Estudo dos riscos elétricos – Análise dos sistemas de proteção de acidentes com terceiros na Região Metropolitana do Recife

Ciclo: 2004/2005

Investimento: R\$ 287.960,00

Execução: Laboratório de Higiene e Segurança do Trabalho da Escola Politécnica de Pernambuco (Universidade de Pernambuco)



pág. 56

Projeto Celpe

Empresa: Companhia Energética de Pernambuco (Celpe)

Título: A Empregabilidade da Pessoa com Deficiência. Um estudo preliminar e pioneiro no setor elétrico brasileiro

Ciclo: 2003/2004

Investimento: R\$ 370.896,87

Execução: Universidade Federal de Pernambuco



pág. 58

Projeto AES Eletropaulo

Empresa: Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S/A

Título: Subestação Compacta Distribuída. Otimização da reserva de capacidade do sistema elétrico. Um caso real: subestações distribuídas com redes auto-configuráveis em 15kV

Ciclo: 2002/2003

Investimento: R\$ 1.653.902,00

Execução: ENERQ/USP



pág. 60

Projeto AES Eletropaulo

Empresa: Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S/A

Título: Estudo para determinação de pontos de amostragem de papéis isolantes e avaliação de correlações entre derivados de furanos para manutenção preditiva de transformadores de potência do sistema de subtransmissão da Eletropaulo

Ciclo: 2003/2004

Investimento: R\$ 606.240,00

Execução: Empresa Fluilab



pág. 62

Projeto AES Eletropaulo

Empresa: Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S/A

Título: Desenvolvimento de Sistema de Estimativa de Consumo para Recuperação de Receitas

Ciclo: 2003/2004

Investimento: R\$ 336.000,00

Execução: Escola Politécnica/ENERQ da USP e Daimon



pág. 64

Projeto Eletronorte

Empresa: Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A (Eletronorte)

Título: Sistema integrado de monitoramento e diagnóstico da condição operativa de comutadores de derivação em carga de transformadores de subestações de transmissão da Eletronorte

Ciclo: 2002/2003

Investimento: R\$ 399.549,69

Execução: Universidade Federal do Pará



pág. 66

Projeto Eletronorte

Empresa: Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A (Eletronorte)

Título: Turbina hidrocinética para pequenas comunidades. Aperfeiçoamento do projeto hidrodinâmico e atualização do protótipo.

Ciclo: 2002/2003

Investimento: R\$ 631.369,00

Execução: Universidade de Brasília (UnB)



ANEEL

AGÊNCIA NACIONAL DE
ENERGIA ELÉTRICA

*Proporcionar condições
favoráveis para que o
mercado de energia elétrica
se desenvolva com equilíbrio
entre os agentes e em
benefício da sociedade.*

A MISSÃO DA ANEEL



SGAN - Quadra 603 - Módulos "I" e "J"
Brasília - DF - 70830-030
TEL. 55 (61) 2192 8600 Ouvidoria: 144
www.aneel.gov.br